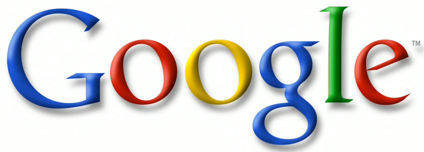





20 APR 85

ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. J. HENLE,
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. C. v. PFEUFER,
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie
und der medicinischen Klinik in München.

Dritte Reihe. IV. Band.

Mit 11 Tafeln.

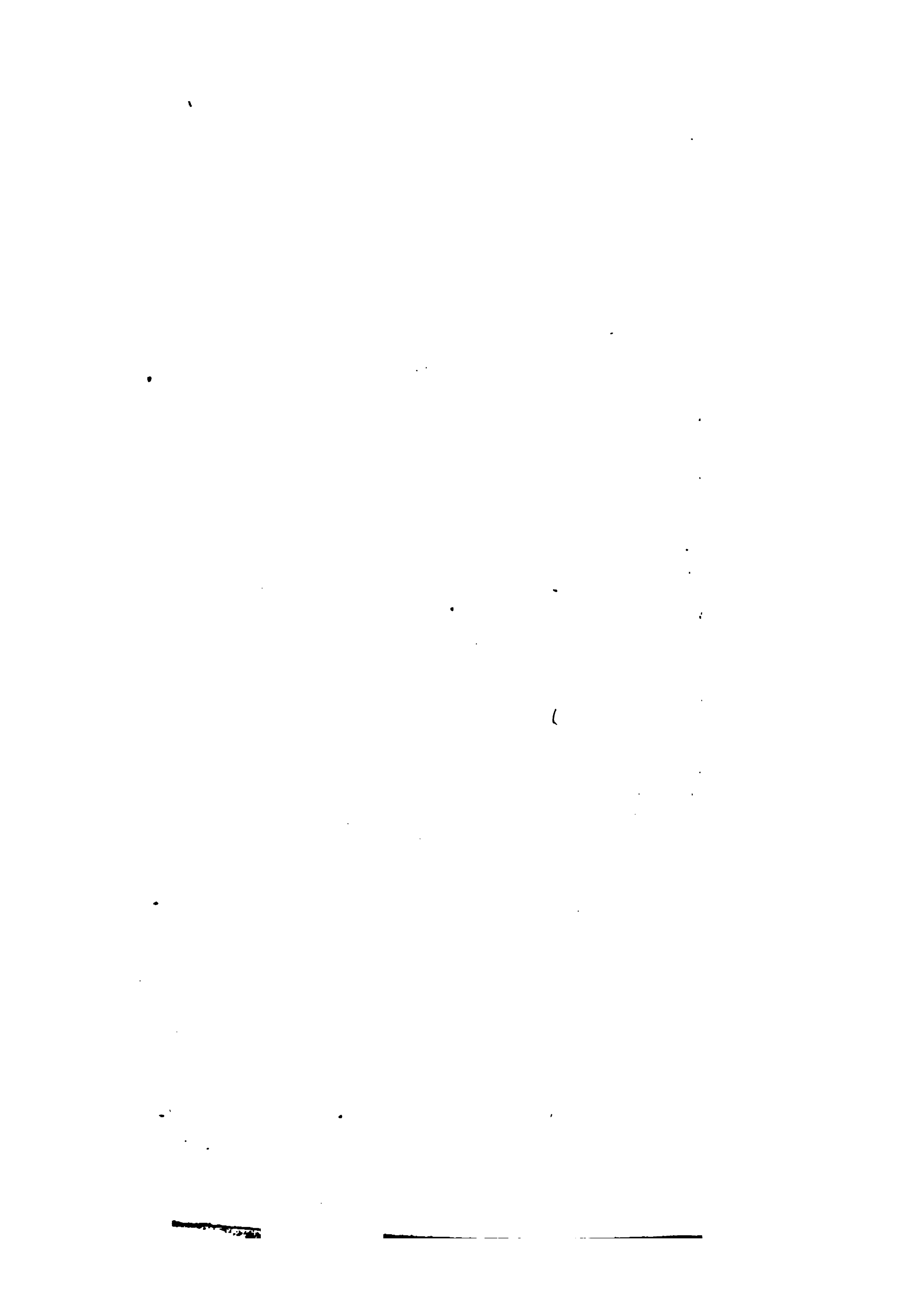


LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1858.

Inhalt des vierten Bandes.

Erstes und zweites Heft.

Drittes Heft.



Ueber die Symphysis ossium pubis des Menschen nebst Beiträgen zur Lehre vom hyalinen Knorpel und seiner Verknöcherung.

Von

Ch. Aeby in Göttingen.

(Hierzu Taf. I — VIII.)

Indem ich im Verfolge von Untersuchungen über die Schambeinsymphyse in den mikroskopischen Verhältnissen dieser letzteren manche mit den bisher geläufigen Ansichten nicht übereinstimmende Punkte zu finden glaubte, wurde ich zu einer Revision der Frage über den Bau des hyalinen Knorpels und die Vorgänge seiner Verknöcherung veranlasst.

Wo es immer anging, wurden frische oder nur kurze Zeit in Weingeist erhärtete Präparate angewendet, ohne dass zwischen beiden ein wesentlicher Unterschied sich herausgestellt hätte. Zur Gewinnung sehr feiner Schnitte aber genügen diese nur in den wenigsten Fällen und erfordern erst ein sorgfältiges Trocknen, nach der von Henle angegebenen Methode, die sich mir als sehr empfehlenswerth erwiesen, ausser in den Fällen, wo es sich um Erforschung der Zellen handelt, da diese oft allzusehr dadurch leiden. In Wasser quellen diese trockenen Schnitte sehr leicht und gleichmässig wieder auf; übrigens musste mir überall die gleichzeitige Beobachtung von frischen und getrockneten Präparaten zur sichern Controle dienen. — Bei der Verfolgung der Entwicklung foetaler Knochen war ich durchaus auf in Lösung von chromsaurem Kali aufbewahrte Rindsembryonen, welche Herr Prof. Henle mir zur Verfügung stellte, beschränkt, da ich mir schlechterdings keine frischen zu verschaffen vermochte. Immerhin können die hierdurch möglicherweise herbeigeführten Irrungen keine wesentlichen sein.

Um die Knorpelzellen isolirt zu erhalten, zeigte sich mir die Anwendung der Mineralsäuren, besonders der Salpeter- und Salzsäure, zur Lösung der Grundsubstanz nützlich. Wo es gilt, den ganzen Vorgang fortwährend zu beobachten, wird das Präparat am besten unter dem Mikroskope selbst gehörig lange Zeit mit der Säure behandelt. Sollten die Zellen gar zu blass geworden sein, so gewinnen sie durch etwas Wasser, das die aufgequollenen Membranen zu verdichten scheint, wieder bestimmtere und schärfer umschriebene Formen.

Die Symphysis ossium pubis.

Die Frage nach dem Verhalten der Symphysis oss. pub. des Menschen sowohl im normal physiologischen Zustande, als auch namentlich während der Schwangerschaftsperiode und der Geburt ist nicht neu; zu allen Zeiten hatte sie, bald mehr aus wissenschaftlichen, bald mehr aus praktischen Gründen, das Interesse der Forscher erregt. Wenn trotzdem dieser scheinbar so einfache Gegenstand so wenig erledigt wurde, dass im Gegentheil nicht nur abweichende, sondern selbst einander widersprechende Meinungen, die alle auf Thatsachen und direkter Beobachtung zu fussen behaupteten, nebeneinander sich aufrecht erhielten, so möchte diess wohl aus den theils in zu beschränktem Maassstabe, theils zu einseitig angestellten Untersuchungen sich erklären lassen; denn die Grenzen, zwischen welchen das Verhalten dieser Verbindung schwankt, sind so weit gezogen, dass nur eine längere Reihe sorgfältiger Beobachtungen zur Auffindung eines leitenden Typus führen kann. Ich bin desshalb auch weit entfernt, auf die von mir erhaltenen Resultate mit allzugrosser Sicherheit bauen zu wollen; immerhin wird noch zur definitiven Erledigung mancher Punkte die Bearbeitung eines reicheren Materials, als mir zu Gebote stand, besonders von jüngern Personen, von Schwangern und Wöchnerinnen erforderlich sein, obgleich ich seit einem Jahr mit der dankbar anzuerkennenden Erlaubniss der Vorstände der hiesigen Institute fast alle Leichen der Kliniken und der Anatomie zur Untersuchung benutzte.

Aus der Natur der Sache ergeben sich für die Eintheilung vorliegender Arbeit zwei Hauptabschnitte: der eine hat den anatomischen Bau, der andere das Verhalten der Schambeinverbindung während der Schwangerschaft und Geburt zu besprechen.

A. **Anatomie der Symphysis ossium pubis.**

1. Geschichte derselben.

Die älteste Zeit besass nur spärliche Kenntnisse von dem Bau der Symphyse. Galen[1]) und Theophilus[2]) bezeichnen sie einfach als Knorpelhaft und Avicenna[3]) begnügt sich mit der Erwähnung einer festen Verbindung der Schambeine. Soran[4]) dagegen lässt eine solche in beiden Geschlechtern auf verschiedene Weise, nämlich bei Männern durch einfache Harmonie der Knochen, bei Weibern vermittelst eines starken Bandes bewerkstelligt werden. Dasselbe wird später von Aëtius[5]) fast wörtlich wiederholt. So absurd übrigens diese Ansicht auch klingen mag, so scheint sie doch sehr allgemein sich Geltung verschafft zu haben; denn noch Vesal[6]) eifert gegen die Meinung der unwissenschaftlichen Aerzte (plebeji medici), dass beim männlichen Geschlechte die Schambeine verwachsen, beim weiblichen dagegen knorplig verbunden seien. Nach ihm, so wie nach seinem Schüler Valverdus[7]) findet letzteres in beiden Geschlechtern statt und nimmt die Dicke der Knorpelscheibe mit zunehmendem Alter ab. Wie zahlreich die Anhänger dieser Lehre bis nahe an die Neuzeit gewesen, lehrt die Durchsicht der bezüglichen Werke[8]). —

---

1) Galeni de usu partium lib. XIV. Cap. 13. — Op. omnia. (ed. Kühn) Tom. IV. pag. 199. Lipsiae 1822.

2) Theophili de corp. hum. fabrica. V. 16. pag. 207. (ed. Greenhill) Oxonii 1842.

3) Avicenna, lib. 1. Fen. 1. Doct. 5. Summ. 1. Cap. 25. Tom. 1. pag. 46. Venet. 1608.

4) Sorani Ephesii de arte obstetricia morbisque mulierum *μη'*. pag. 105. (ed. Dietz) Regiimontii Prussorum 1838. *καὶ γὰρ ἐπὶ τῶν γυναικῶν οὐχ ὥσπερ ἐπὶ τῶν ἀνδρῶν καθ' ἁρμονίαν συμπεφύκασι τὰ τῆς* (sc. *ἥβης ὀστᾶ*), *ἀλλὰ σύνδεσμος ἰσχυρὸς ταῦτα πρὸς ἄλληλα συνδεῖ.*

5) Aëtii Amideni de re medica lib. XVI. Cap. 22. pag. 125. Basil. 1535.

6) A. Vesalii de corp. hum. fabrica lib. 1. Cap. 29. — Op. omn. (cura H. Boerhave) pag. 111. Lugd. Batav. 1725.

7) Anat. corp. hum. auct. J. Valverdo. lib. 1. Cap. 26 pag. 37. Venet. 1607.

8) Jac. Sylvii in Hipp. et Gal. Physiol. partem anat. Isagoge. pag. 19. Venet. 1556. — F. Plateri de mul. part. generat. dicatis. Apud Spachium. Argentinae 1597. — V. Vidii de anatome lib. II. Cap. 8. pag. 68. Venet. 1611. — Hier. Fabricii ab Aqua pendente op. omnia anat. et phys. pag. 338. Lugd. Batav. 1738. — C. Bauhini anatom. lib. I. Cap. 48. pag. 169. Sumpt. Joh. Th. De Bry 1620. — A. Laurentius, hist. anat. hum. corp. lib. II. Cap. 31. pag. 69. Francoforti ap. M. Beckerum (ohne Jahreszahl). — Spigelii de corp. hum. fabrica lib. II. Cap. 3 u. 24. pag. 36 u. 72. Francofurti 1632. — Th. Bartholini anatom. reform. lib. IV. C. 16. pag. 511.

Columbus[1]) findet die Vereinigung durch Knorpel so fest, dass sie eher den Namen einer Verwachsung verdiene (connata rectius quam conjuncta [sc. ossa pubis]), während ganz verschieden hiervon Santorini[2]) wegen ihrer Lockerung bei der Geburt ihr den Charakter einer Synchondrose absprechen zu sollen glaubt, da nach seiner Erfahrung wahrer Knorpel wohl gebogen, niemals aber gedehnt werden könne.

Ein wesentlicher Fortschritt in dieser Lehre geschah durch die Erkenntniss der zusammengesetzten Structur der die beiden Schambeinäste verbindenden Masse. Bereits Veslingius[3]) scheint mir diese richtigere Auffassung gehabt zu haben, wenn er berichtet, dass jedes Knochenende mit Knorpel überzogen und mit demjenigen der andern Seite durch circuläre und membranöse Bandmasse verbunden werde. — Bertin[4]) lässt beide durch eine theils bandartige, theils knorplige Lage (une couche de substance en partie ligamenteuse, en partie cartilagineuse) zusammentreten; während Hunter[5]) sich mit Bestimmtheit für eine die beiden überknorpelten Schambeinäste verbindende, eher fasrige als knorplige (rather ligamentous than gristly), den Zwischenwirbelbändern ähnliche und durch äussere Gewalt leicht zerreissliche Substanz erklärt. Im Foetus[6]) findet er ganz denselben Bau wie im Erwachsenen; eine Höhle als

---

Lugd. Batav. et Roterod. 1669. — Diemerbroeck, anat. corp. hum. pag. 820. Genevae 1679. — Al. Monro, the anatomy of the human bones and nerves. pag. 218. Edinburgh 1750. — Haller, elem. physiol. Tom. VIII. lib. 29. Sect. V. §. 10. pag. 435. Bernae 1766. — Albini de sceleto hum. Cap. 126. §. 10. pag. 475. Leidae 1762. — J. G. Roedereri element. art. obstetric. §. 17. pag. 9. (ed. Wrisberg). Gottingae 1766. — J. M. Thierry, diss. de partu diff. etc. Cap. 1. §. 11.: Thesaurus dissert. vol. 3. pag. 195. Lugd. Batav. 1778. — Jac. Guillemeau, tables anat. pag. 22. A Paris 1598. — Verdier, abrégé de l'anat. du corps humain. Tom. 1. pag. 101. A Bruxelles 1759. — M. Puzos, traité des accouchemens, publié par Morisot Deslandes. pag. 7. A Paris 1759. — Duverney, oeuvres anat. Tom. 1. pag. 411. A Paris 1761.

1) Realdi Columbi de re anat. lib. II. Cap. 13. pag. 190. Parisiis 1572.

2) Santorini observat. anat. Cap. 11. §. 4. pag. 210. Venet. 1724. — Ex quo (sc. ossium diductione) id mihi consequi videtur, eorum ossium connexionem non per synchondrosim effici, quum quae legitimae cartilagines sunt flecti quidem: at distrahi, ut mihi compertum est, patiantur nunqnam.

3) J. Veslingii Syntagma anat., Cap. 2. pag. 13. Amstelod. 1663. Cartilaginem extremis suis induit, ligamentoque tum circulari, tum membranoso proximi lateris ossi probe colligatur.

4) Bertin, traité d'ostéologie. Tom. 3. Cap. 24. pag. 202. A Paris 1754.

5) W. Hunter, medical observations and inquiries. Vol. II. pag. 334. London 1762.

6) l. c. pag. 335.

normaler Befund ist ihm nicht bekannt. — Nach De La Motte[1]) besteht nur im Kinde der Symphysenknorpel aus zwei Stücken, ist dagegen im Erwachsenen einfach. — Bonn[2]) erhielt ähnliche Resultate wie Hunter. Nach ihm wird die zwischenliegende Bandmasse nach der Pubertät in ihren hintern Partieen elastischer und weicher, und erhält im Alter eine derjenigen der Zwischenwirbelbänder ähnliche Beschaffenheit; eine wenig umfängliche Spalte findet sich, wenn nicht Schwangerschaft vorausgegangen war, nur ausnahmsweise, vielleicht als Folge von Schmelzung oder Zerreissung des nur geringen Widerstand leistenden Gewebes. — Eigenthümlich ist die Ansicht, welche von Sandifort[3]) Albin unterbreitet wird. Nach dieser würden beide Knochenflächen durch gesonderte Knorpelscheiben (distincta cartilagine) in der Art überdeckt, dass die eine etwas weniges concav, die andere dagegen convex sei, wodurch das Ganze Aehnlichkeit mit einer Arthrodie erhalte. Sandifort selbst will in Einem Falle (l. c.) einen Bau gefunden haben, der fast den Namen einer wahren Arthrodie verdiente; übrigens ist nach ihm beim weiblichen Geschlechte das Vorkommen zweier besonderer, mehr oder weniger von einander abstehender, zuweilen durch faserige Zwischensubstanz verbundener Knorpel Regel[4]). — Crève[5]) lässt beide Knorpelscheiben ringsum, indem sie zu gleicher Zeit ein bandartiges Wesen annehmen, ungetrennt in einander übergehen, während sie in der Mitte durch einen feinen und dichten Zellstoff an einander befestigt werden. Durch Austrocknen soll dieser verschwinden und auf diese Weise Anlass zur Entstehung eines Hohlraums geben. — Boyer[6]) kennt bereits die Existenz einer Höhle in beiden Geschlechtern; die Vereinigung der beiden Knorpelhälften wird nach ihm durch ein sehr festes ligamentöses Gewebe bewerkstelligt, dessen quer verlaufende Fasern in concentrisch geschichteten, nach innen allmälig un-

---

1) De La Motte, traité complet des accouch. Tom. 1. pag. 5. A Paris 1765.

2) Over het Maaksel en de beweeglijke Loswording der Been-vereenigingen van het Bekken, etc. in den Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap te Rotterdam. III Deel. pag. 272—274. Te Rotterdam 1777.

3) Sandifort, de pelvi. §. 5. — Im Thesaur. diss. Vol. 3. pag. 179. Lugd. Batav. 1778.

4) Sandifort, observat. anatomico-pathol. lib. II. Cap. 1. pag. 54. (adnot. m.) Lugd. Batav. 1778.

5) C. C. Crève, vom Baue des weiblichen Beckens. pag. 53 und 54. Leipzig 1794.

6) A. Boyer, traité complet d'anatomie. Tom. 1. pag. 250. A Paris 1797.

deutlich werdenden Lagen angeordnet sind. — Tenon[1]) glaubt zwei verschiedene Typen der Bildung aufstellen zu müssen; in dem einen fehlt die Spaltung: der Knorpel ist einfach; in dem andern ist sie vorhanden: der Knorpel ist doppelt. Ersterer findet sich bei Männern, letzterer bei Frauen häufiger. In seltenen Fällen kann durch eine doppelte Spaltung selbst ein dreifacher Knorpel erzeugt werden. — Nach Sömmering[2]) werden die überknorpelten Schambeinäste einfach durch quer liegende Sehnen- oder Bandfasern zusammengehalten; eine Höhle beobachtete er, abgesehen von der Schwangerschaft, nur einmal bei einem Knäbchen. — In neuerer Zeit endlich schien man ziemlich allgemein geneigt, der Schambeinfuge einen ähnlichen Bau wie den Zwischenwirbelbändern zuzuschreiben[3]). Die mehr oder weniger concentrisch geschichteten fibrösen Lagen sollten nach innen zu einen Kern von gallertartiger Beschaffenheit und unter Umständen auch eine kleine Höhle einschliessen. — Nach Barkow[4]) verhält sie sich je nach dem Alter verschieden; bei neugebornen Kindern ist sie reine Synneurosis, die sich aber allmälig, besonders hinten und oben zur Synchondrosis und schliesslich, bei Weibern in der Regel, bei Männern nur ausnahmsweise, zur wirklichen Hemiarthrosis umwandelt. — Erst vor Kurzem wurde die ganze Lehre einer Revision unterworfen. Zuerst zeigte Zaglas[5]) von neuem das allgemeine und normale Auftreten einer Höhle in jedem Alter und Geschlecht; doch erstreckten seine Untersuchungen sich abwärts nicht weiter als bis zu 10 Jahren. Dagegen dehnte Luschka[6]) diesen Ausspruch auch auf das Kindesalter aus. Zuletzt hat Henle[7]) die Sache wieder besprochen. Nach ihm geht das ganze Gebilde in seinen Dimensionen sowohl wie in seiner Textur zahlreiche Verschieden-

---

[1]) Mémoires de l'institut des sciences etc. Tom. VI. pag. 178 und 172. Paris 1806.

[2]) Th. Sömmering, de corp. hum. fab. Tom. II. §. 45. pag. 28. Trajecti ad Moenum 1794.

[3]) Hildebrandt, Handbuch der Anatomie des Menschen (bes. von E. H. Weber). Band 2. pag. 187. Braunschweig 1830. — Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Band 1. pag. 320. Hannover 1841. — Scanzoni, Lehrbuch der Geburtshilfe. pag. 7. Wien 1855.

[4]) H. Barkow, Syndesmologie. pag. 73. Breslau 1841.

[5]) Zaglas, on the symphysis pubis and its contained cavity. — Im Monthly Journal of medical science. Vol. 13. pag. 489. 1851.

[6]) Luschka, die Kreuzdarmbeinfuge und die Schaambeinfuge des Menschen. In Virchow's Archiv. Band VII. pag. 310.

[7]) Henle, Handbuch der Bänderlehre des Menschen. pag. 117 u. ff. Braunschweig 1856.

heiten ein, und ist die Zwischensubstanz theils faserknorplig, theils rein fibrös. In Bezug auf das Vorkommen einer Höhle im kindlichen Alter kann er Luschka nicht beistimmen.

Somit ergiebt sich auch nach den neuesten Untersuchungen die Sache noch nicht als erledigt.

2. Bau der Symphysis oss. pub. im Allgemeinen.

Die eigenthümliche Lage der Symphyse als vorderes Schlussstück des Beckenringes stellte an den Bau derselben gewisse Anforderungen, welche, ohne der physiologischen Bedeutung dieses letzteren zu schaden, nicht vernachlässigt werden durften. Einestheils musste dieselbe fest genug sein, um nicht durch die Möglichkeit einer Verschiebung beider Schambeinäste beim Gehen und Stehen den Körper seines festen Stützpunktes zu berauben; andrentheils aber war im ganzen Apparate wiederum eine gewisse Elastizität und Nachgiebigkeit nöthig, wenn er den schädlichen Folgen mechanischer Einflüsse nicht allzusehr unterworfen sein sollte. Beiden Bedingungen hat die Natur in der Form einer fasrigen Substanz genügt, die Festigkeit und Elastizität genug besitzt, um, zwischen beiden Knochenenden eingeschoben, die doppelte Funktion eines Bindemittels und eines heftige Stösse mildernden Polsters zu erfüllen. In letzterer Beziehung wirkt noch der Umstand vortheilhaft, dass während eines grossen Theils des Lebens die inneren Partieen der Schambeine bloss knorplig vorgebildet sind; zugleich helfen ringsum angelagerte, mehr oder weniger mächtige Bandmassen die Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit der ganzen Verbindung vermehren. Wir erhalten somit zur gesonderten Betrachtung vier Gebilde, von denen je zwei, nämlich Knochen und Knorpel einerseits, Zwischensubstanz und Bandmasse andrerseits in engster Beziehung zu einander stehen. Die beiden ersten treten als seitliche Begrenzungstheile paarig, die beiden letztern als Mittelstücke unpaarig auf.

3. Bau der Symphysis oss. pub. im Speciellen.

a. Knochenfläche.

Um eine richtige Anschauungsweise von den einander zugekehrten Flächen der Schambeine zu gewinnen, ist ihr Studium in Verbindung mit den knorpligen Theilen der Symphyse unerlässlich; denn wenn auch das skelettirte Becken uns dieselben im Allgemeinen als mehr oder weniger höckrige,

convexe und von einer ovalen Linie umschriebene Flächen zeigt, so sind doch manche feinere Strukturverhältnisse theils durch die Maceration verloren gegangen, theils in ihrer Isolirung nicht leicht verständlich.

Nur ganz junge Symphysen lassen der Durchsichtigkeit ihres Knorpels wegen, besonders wenn man sie gegen das Licht hält, schon von aussen die Umrisse des Knochens erkennen. In allen Fällen dagegen reicht ein frontal durch die Mitte und ein horizontal durch das Ende des obern Dritttheils der Symphyse gelegter Schnitt hin, um über die Verhältnisse ihrer knöchernen Begrenzungsflächen jeden wünschbaren Aufschluss zu erhalten. Es ergiebt sich hierbei zunächst als allgemein gültiges Gesetz, dass mit der Entfernung vom Kindesalter die Mannigfaltigkeit und Unregelmässigkeit der Formen wächst, um später einer einfachern und gleichmässigern Bildung wieder Platz zu machen.

Das durch den Frontalschnitt gegebene Bild unterliegt verhältnissmässig nur geringen Schwankungen. Während der Knochenrand in früher Jugend eine flachgewölbte, ziemlich gleichmässig gerundete Linie darstellt, streckt sich diese mit zunehmendem Alter immer mehr zu einer geraden, die nach oben mit kurzem scharfem Bogen in den obern, nach unten je nach dem Geschlechte unter verschieden stumpfem Winkel in den untern Ast des Schambeins übergeht. Eine eigenthümliche Bildung stört die Einfachheit dieses Verhältnisses. Früh schon zeigt der Rand leichte Wellen, die mit der Zeit stärker sich entwickeln und schliesslich zu einem Systeme abgerundeter, oft ausserordentlich zierlich und regelmässig gestellter Vorsprünge werden. (Taf. I. Fig. 12 u. 13). Sie bilden den Ausdruck einer Reihe von Wülsten, die mit grösserer oder geringerer Unterbrechung quer von hinten nach vorn über die Knochenfläche weglaufen und ohne Zweifel für die Festigkeit ihrer Verbindung mit dem Knorpel nicht ohne Belang sind. Uebrigens hat schon Tenon [1]) dieselben gekannt und beschrieben. Am entwickelsten habe ich sie nach der Pubertät angetroffen, wo sie bei entsprechender Breite eine Höhe von zwei Millimetern und darüber besassen. Später ist ihre Bildung nicht mehr so ausgezeichnet; sie werden unregelmässiger und verwischen sich mehr und mehr, ohne jedoch gänzlich wieder zu verschwinden, indem noch im höchsten Alter mehr oder weniger ausgesprochene Wellenbiegungen an dieselben erinnern.

---

[1]) l. c. pag. 162.

Weit wechselnder und mannigfaltiger sind die Resultate, wie sie sich aus einem Horizontalschnitte ergeben. Hier besitzt der Knochenrand beim Kinde die Form eines oft in hohem Grade regelmässigen Halbkreises (Taf. I. Fig. 1 u. 2), die aber sehr bald durch die Tendenz zur Kantenbildung gestört wird. Vor allem wächst der hintere Quadrant zu einem spitzen Winkel aus; der vordere dagegen untergeht mehr eine einfache Streckung, in Folge deren er mit der vordern Fläche des Schambeines unter stumpfem Winkel zusammentrifft (Fig. 3). Das relative Lagerungsverhältniss der aus den beiden Kreisabschnitten entstandenen Linien kann hierbei ein verschiedenes sein. In manchen Fällen treten sie unter einem stumpfen Winkel zusammen, so dass ihnen entsprechend eine nach innen und eine zugleich nach vorn gerichtete, durch eine scharfe Kante von der andern getrennte Fläche entsteht (Fig. 10). Von hier aus finden sich die mannigfaltigsten Uebergänge bis zu dem Punkte, wo beide Flächen in eine einzige zusammenfallen, was fast constant im Alter stattfindet. Selten ist dieser freie Knochenrand auch nur einigermaassen regelmässig; beinahe immer entstehen durch ungleiches Vorschreiten der Verknöcherung mannigfache Vorsprünge und Einbuchtungen, deren vielgestaltige Formen nicht das Gesetz, sondern der Zufall beherrscht. Nur ausnahmsweise sind sie beiderseits einander entsprechend. Näher auf eine Beschreibung derselben einzugehen, wäre unnütze und vergebliche Mühe; doch mag jener Fall Erwähnung finden, wo beiderseits symmetrisch eine Knorpelinsel rings von Knochensubstanz umschlossen wird, oder wo in gleicher Weise vom vordern Rande des hyalinen Knorpels aus ein zweiter Knochenkern sich entwickelt, welcher dann zur Bildung einer Knocheninsel führt, welche sich wie eine vordere, von der Hauptmasse des Knochens durch einen schmalen Knorpelstreifen abgeschnürte Kante des Schambeines ausnimmt. Einen solchen Fall hat Bonn[1]) abgebildet. Einmal fand ich beiderseits symmetrisch zwei solcher isolirter Knochenkerne, einen obern und einen untern. Immerhin sind dergleichen Vorkommnisse selten.

Die Veränderungen, welche durch Zunahme des Alters in der beschriebenen Bildung herbeigeführt werden, sind zweierlei Art. Einmal schreitet die Verknöcherung in der Weise verschieden rasch vor, dass sich ihre Grenzlinie um ihren hintern Endpunkt dreht; es kehrt sich hierdurch das Verhältniss zwischen vorderm und hinterm Winkel allmälig um, und

---

[1]) l. c. Pl. IV. Fig. 4. — Text pag. 269.

wird ersterer spitzer, letzterer stumpfer, was freilich nicht selten in Folge störender Einflüsse, namentlich dadurch, dass die vordere Kante abgestutzt erscheint, unklar wird. Dann aber gleichen auch die Unregelmässigkeiten immer mehr sich aus, so dass im höheren Alter beide Verknöcherungslinien meist ziemlich gerade und einander parallel verlaufen (Fig. 5). Theilweise oder vollständige Verschmelzung derselben mit mehr oder weniger Spuren vorangegangener Entzündung, wovon E. Gurlt[1]) eine Anzahl von Fällen gesammelt und abgebildet hat, habe ich nie zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Eine eigene Asymmetrie entsteht dadurch, dass beide Knochenränder nach derselben Seite hin verbogen sind; in geringerem Grade findet solches nicht selten statt, zuweilen aber tritt es in solchem Maasse auf, dass beide Ränder beinahe parallel verlaufenden Abschnitten eines verhältnissmässig nur kleinen Kreises entsprechen.

Ebenso selten zeigt sich eine abnorme Bildung darin, dass der eine der beiden Schambeinäste um ein Merkliches schmaler als der andere ist, was natürlich die regelrechte Form der zwischenliegenden Theile in entsprechender Weise beeinträchtigt.

Bemerkenswerth ist noch der auch von Henle[2]) erwähnte Umstand, dass der früher von spongiöser Substanz gebildete Knochenrand sehr oft im höhern Alter eine compacte Rindenschicht als Ueberzug erhält, welche continuirlich in diejenige des übrigen Knochens sich fortsetzt. Es hängt diess, wie wir später sehen werden, mit einer Modification des Verknöcherungsprozesses zusammen und findet zu einer Zeit statt, wo dieser zu erlöschen beginnt und nur noch geringe Ueberreste des hyalinen Knorpels sich erhalten haben.

b. Hyaliner Knorpel.

Die beschriebene Knochenfläche erhält einen Ueberzug von hyalinem Knorpel, der durch sein ganzes Verhalten sich als noch nicht verknöcherten Theil des Schambeines erweist. Wenn schon die Umwandlung seiner oberflächlichsten Schichten in compacte Rindensubstanz dahin gedeutet werden könnte, so wird die Sache dadurch über allen Zweifel erhoben, dass er, wie namentlich frontale Durchschnitte jüngerer Symphysen (Taf. 1. Fig. 12) lehren, die direkte Fortsetzung der noch

---

[1]) Ueber einige durch Erkrankung der Gelenkverbindungen verursachte Missstaltungen des menschlichen Beckens. pag. 14 u. ff. Berlin 1854.

[2]) a. a. O. pag. 118.

unverknöcherten, erst knorplig präformirten Partie des untern Schambeinastes bildet; er unterscheidet sich von ihr in nichts als in seiner ausserordentlich langsamen und erst spät vollendeten Verknöcherung. Seine Oberfläche entspricht im Allgemeinen derjenigen des Knochens; daher besitzt er in der Regel die Gestalt einer mehr oder weniger regelmässig concavconvexen Scheibe, die nach vorn, nach oben und unten scharf zuläuft, nach hinten aber wie abgeschnitten in der Ebene der Knochenfläche endet, bei älteren Individuen selbst etwas über sie hinausragt und hierdurch die Entstehung eines wulstartigen Vorsprunges veranlasst, der sich allmälig gegen den obern und untern Rand der Symphyse hin verflacht. Durch Verknöcherung der bezüglichen Partieen erhält auch der Knochen an dieser Bildung Antheil.

Beide Knorpelscheiben sind in ihrem hintern Abschnitt einander sehr genähert und divergiren nach vorn. Ihre innere Oberfläche erleidet durch fortschreitendes Wachsthum denjenigen der Verknöcherungsfläche ganz analoge Veränderungen der Form, ohne aber an den Unregelmässigkeiten derselben zu participiren. Nach aussen hin hängen sie im frischen Zustande sehr fest mit dem Knochen zusammen; nur bei jungen Symphysen lassen sie sich verhältnissmässig leicht davon abreissen, was wohl auf der zartmaschigen Struktur dieses letzteren beruht. — Die Mächtigkeit des ganzen Gebildes muss zufolge seiner fortwährenden Umwandlung eine mit dem Alter wechselnde sein; beim Kinde ist sie nicht nur relativ, sondern auch absolut am bedeutendsten. Im spätern Mannesalter ist es meist bis auf geringe Spuren vollständig verschwunden. Als Folge der früher beschriebenen Weise, in welcher die Verknöcherung vorschreitet, geht es zuerst in seinem vordern Abschnitte verloren, obschon dieser anfänglich den hintern an Dicke übertraf. — Henle (a. a. O. pag. 118) erwähnt eines gewiss sehr seltenen Falles, wo die beiderseitigen Knorpelscheiben durch eine Brücke von hyaliner Knorpelsubstanz zusammenhingen.

Ueber ihr übriges Verhalten lässt sich nur wenig sagen. Während der Jugend und der Blüthenjahre bieten sie das gewöhnliche Aussehen und die bläulich-milchweisse Färbung des hyalinen Knorpels. Ersteres geht mit zunehmendem Alter verloren; letztere wird milchweiss, trüb und matt, selbst gelblich. Bei jüngern Individuen zeichnet sich, namentlich nach längerem Liegen in Weingeist, unmittelbar am Knochenrande eine vom übrigen Knorpel scharf abgegränzte, schmale Schicht durch gelbliche Färbung aus; später zu betrachtende mikroskopische Verhältnisse bedingen diese Erscheinung.

Schliesslich bleibt nur noch das Vorkommen jener Kanäle zu erwähnen übrig, wie sie in allen ossificirendon Knorpeln sich finden. In der Jugend ist dasselbe constant und selbst zur Zeit der Pubertät noch nicht allzuselten. Sie münden ebensowohl an der äussern, wie an der innern Oberfläche und fallen durch ihre weissliche, oder, wenn sie Blut enthalten, röthliche Färbung leicht in die Augen. In zwei Fällen habe ich eine der Knorpelscheiben in ihrer ganzen Dicke von einem ziemlich dicken faserigen Strange, der ohne Zweifel einem solchen Kanale seine Entstehung zu verdanken hatte, quer durchsetzt gefunden.

c. Zwischensubstanz.

α) *Eigentliche Fasermasse.*

Wenn, wie beim Neugebornen in der Regel, die beiden einander zugekehrten überknorpelten Schambeinflächen nach allen Richtungen hin gleichmässig abgerundet sind, so müsste eigentlich der zwischen beiden gebildete Raum die Gestalt einer regelmässigen, elipsoiden, biconcaven Linse erhalten. Indessen greift der Umstand störend ein, dass die beiden erwähnten Knochen wohl in derselben Horizontal-, nicht aber in derselben Frontalebene liegen, vielmehr unter einem Winkel in der Art zusammenstossen, dass ihre vordern Abschnitte von einander entfernt, ihre hintern dagegen einander genähert werden. Diess Verhältniss wird später noch ausserdem dadurch gesteigert, dass der vordere Theil des Knochens in seiner Entwicklung dem hintern gegenüber zurückbleibt und wie abgestutzt erscheint. Es erhält somit der Raum die Form einer in ihrer Längsachse halbierten, biconcaven elipsoiden Linse, die nur bei ganz jungen Kindern sich bisweilen nach hinten zu wieder etwas erweitert, mit zunehmendem Alter aber immer mehr zusammengepresst wird und einer einfachen Scheibe sich nähert. Uebrigens kommt diese reine, ideale Form selten genug zur Beobachtung; meist ist sie durch Unregelmässigkeiten aller Art, oft bis zur Unkenntlichkeit, entstellt. Denken wir uns diesen Raum mit einer faserigen Masse dicht ausgefüllt, wie ausgegossen, so erhalten wir jenes einfache, unpaare Gebilde, das ich nach dem Vorgange von Luschka Zwischensubstanz genannt habe, das eigentliche Constituens der Symphyse, wodurch die Verbindung beider Knochenenden bewerkstelligt wird.

Diese Zwischensubstanz lässt sich an frischen Präparaten meist nur schwierig unterscheiden; in Weingeist tritt sie dagegen nach einiger Zeit sehr scharf und deutlich als gelbliche,

mit dem Alter dunkler werdende Masse aus ihrer hellen Umgebung hervor. Von einer concentrischen Schichtung mit gallertartiger Erweichung der innersten Lagen, wie sie so häufig angenommen wurde und wohl auch noch wird, habe ich mich nie überzeugen können; höchstens zeigt sie in ihren Uebergängen zu den sie umlagernden Bandmassen Andeutungen einer solchen. In einem Falle habe ich dieselbe am hintern Ende der Symphyse undeutlich schaalig um die von einer Höhle eingenommene Höhenachse geordnet gefunden und Spuren einer solchen Bildung noch anderwärts mehrfach angetroffen.

Das erste Auftreten der Zwischensubstanz beobachtete ich in einem 9 dm. langen Foetus, wo in einem etwa 0,1 mm. breiten Streifen die durchschnittlich 0,008 mm. grossen rundlichen Zellen sich spindelförmig verlängert hatten, um später durch einen Prozess, der mir nicht ganz klar geworden ist, in eine faserige, bindegewebige Substanz sich zu verwandeln. Anfänglich bildet diese nur eine ausserordentlich dünne Schicht, die so wenig fest an ihren seitlichen Begränzungsflächen haftet, dass schon unvorsichtiges Durchschneiden der Symphyse die Verbindung aufhebt und so zur Entstehung einer Höhle Veranlassung giebt, die wohl von der später vorkommenden natürlichen zu unterscheiden ist. Reisst hierbei, was zuweilen geschieht, die Zwischensubstanz beiderseits los, so spannt sie sich beim sorgfältigen Auseinanderziehen der beiden Knorpel als dünne durchsichtige Membran von einem zum andern hinüber. Durch die fortdauernde bindegewebige Umwandlung der innersten Knorpelpartieen gewinnt sie immer mehr an Ausdehnung. Beim Neugebornen fand ich sie von wechselnder Stärke; in manchen Fällen war sie so gering, dass nur günstige Beleuchtung, oder noch besser leichte Verschiebung der Schambeine sie sichtbar werden liess, während sie dagegen in andern, wie z. B. in dem Tab. 1. Fig. 1 gezeichneten, bis zu 1 Millimeter Querdurchmesser besass; immer aber war sie mit ihrer Umgebung so fest verbunden, dass sie in keiner Weise sich davon trennen liess.

Um diese Zeit schon beginnt an die Stelle des mehr reinen Bindegewebes immer bestimmter Faserknorpel zu treten, und zwar einerseits dadurch, dass die in jenem bisweilen enthaltenen zelligen Gebilde immer entschiedener den Charakter von Knorpelzellen erhalten, andrerseits aber dadurch, dass bei der Zerfaserung des nunmehr an Grundsubstanz reicher gewordenen hyal. Knorpels immer weniger seine Zellen durch Auswachsen und Abplattung ihre Natur umändern, vielmehr immer mehr in der Form der eigentlichen Knorpelzelle persistiren. Eine solche

Umwandlung von hyal. Knorpel in Faserknorpel scheint nach dem zwanzigsten Jahre, wo letzterer in seinem hintern Abschnitte einen Durchmesser von 4—5$^{mm.}$ besitzt, nur noch in geringem Grade stattzufinden. — Das Auftreten von Knorpelzellen im Bindegewebe selbst zeigt sich stets zuerst am hintern Abschnitte der Symphyse und bedingt, nach vorn sich ausdehnend, ein Längenwachsthum des Faserknorpels, das möglicherweise lange Zeit hindurch fortdauert; wenigstens bildet der vordere Rand des Faserknorpels noch im mittlern Alter einen nach vorn concaven, hinter beiden Knochenenden zurückstehenden Bogen, während er sich später ziemlich geradlinig von dem einen zum andern hinüberspannt; auch scheint die direkte Messung für eine solche Zunahme zu sprechen. In dieser Entwicklungsweise liegt der Grund, wesshalb zwischen dem Faserknorpel und den umliegenden Bandmassen keine scharfe Gränze zu ziehen ist, sondern ein allmäliger Uebergang sich geltend macht; dasselbe gilt, wenn auch nur in geringem Grade, für sein Verhalten dem hyal. Knorpel gegenüber. Wie durch ein solches Hervorwachsen des einen Gewebes aus dem andern ihre gegenseitige Verbindung ausserordentlich innig und gegen Trennung geschützt werden muss, liegt auf der Hand.

Mikroskopisch zeigt der fertige Faserknorpel ein ziemlich verschiedenes Ansehen. Immer ist er dunkel, doch bald mehr mit dem Charakter des Punktirten, bald mehr mit demjenigen des Streifigen. In letzterm Falle können wiederum die einzelnen Faserzüge einander vorwiegend parallel, oder aber in der mannigfaltigsten Weise sich durchkreuzend und die eingeschlossenen Knorpelzellen maschenartig umschliessend verlaufen. Von der fast rein bindegewebigen Zwischensubstanz der frühern Perioden bis zum unveränderten hyal. Knorpel stuft er sich in so allmäliger Weise ab, dass er, beide durch eine continuirliche Entwicklungsreihe verbindend, als interessante Uebergangsstufe derselben erscheinen muss. Dieser wechselnden histologischen Beschaffenheit gemäss ändert sich auch das übrige Verhalten der Zwischensubstanz ab. Sie erscheint um so weicher und nachgiebiger, je mehr sie aus rein zelligen Elementen sich hervorgebildet hat, wie im jugendlichen Alter, und um so fester und derber, je mehr jene später zurücksinken und durch die sich zerfasernde starre hyaline Grundsubstanz ersetzt werden. Durch Essigsäure wird sie unter allen Umständen heller und durchsichtiger.

Fälle von theilweiser oder vollständiger Verknöcherung derselben sind nur ausserordentlich selten zur Beobachtung gekommen.

β) Höhle.

Verhältnissmässig nur selten bleibt die Zwischensubstanz auf der beschriebenen Stufe stehen, vielmehr wird sie in der Regel durch das Auftreten einer mehr oder weniger weit gediehenen Spaltung complizirt, das man nur uneigentlicher Weise mit dem Namen einer Höhlenbildung belegt hat, da für gewöhnlich ein Lumen nicht vorhanden ist. Immerhin aber mag der Bequemlichkeit halber der einmal gebräuchliche Ausdruck beibehalten werden.

Das erste Erscheinen dieser Höhle also fällt nach meinen Beobachtungen in das Knabenalter. Vom 7. Jahre an ist dasselbe als Regel zu betrachten, während es vorher gänzlich fehlt. Wenn Luschka (a. a. O. pag. 310) ein solches vor der angegebenen Zeit gefunden haben will und darauf aufmerksam macht, dass die kleine Höhle durch das Hervordringen der Fasermasse leicht verwischt werden könne, so hat dieses letztere freilich seine Richtigkeit; allein ebenso sehr hat man sich auf der andern Seite zu hüten, eine beim Auseinanderziehen der Symphyse durch Einsinken des lockern und elastischen Gewebes entstandene Vertiefung, welche allerdings die Grösse eines „Stecknadelknopfes“ besitzen mag, für eine natürliche Höhle zu halten. Am einfachsten würde eine solche Verwechslung daran erkannt, dsss beim Auseinanderziehen eines aus der Mitte der Symphyse herausgenommenen Querstücks die fragliche Höhle sich auf beiden Seiten derselben zeigen muss; etwas anderes ist mir auch nie vorgekommen.

Ihre Entstehung beruht darauf, dass die bereits erwähnten Knorpelzellen der Zwischensubstanz durch einen äusserst regen Theilungsprozess grosse, von einer verdichteten Schicht ihrer Umgebung oft membranartig umschlossene Zellenhaufen (die man nicht für Mutterzellen halten darf) erzeugen, welche, indem sie fettig zerfallen, zur Bildung grösserer oder kleinerer, allmälig zu einer gemeinschaftlichen Höhle zusammenfliessender Lücken führen. In der Symphyse eines 7 jährigen Knaben, wo ich eine solche zuerst fand, besass sie bereits eine Länge von 6 Millimetern. Wo sie nach dieser Zeit fehlte, zeichnete sich an der betreffenden Stelle das Gewebe nicht selten durch grössere Weichheit und Nachgiebigkeit aus.

In ihrem äussern Auftreten ist sie mancherlei Modificationen unterworfen. Nur darin bleibt sich ihr Verhalten constant, dass sie stets am hintersten Ende der Zwischensubstanz, meist nur durch das derbe Periost geschlossen, beginnt und von dort in der Längenachse des Faserknorpels nach vorn zieht. Von diesem letztern wird sie somit beiderseits begränzt; seinem

obern Ende liegt sie meist etwas näher als seinem untern, nach beiden Richtungen hin sich verjüngend. Weitaus in den meisten Fällen bildet sie eine einfache gerade Spalte, deren Länge von wenigen Millimetern bis zur Durchsetzung des ganzen Faserknorpels - wechseln kann. Zuweilen weicht sie von dieser geraden Richtung, theils in Uebereinstimmung mit derjenigen des Knorpels, theils aber selbstständig ab und erscheint dann einfach gekrümmt, S förmig (Taf. 1. Fig. 6) oder selbst mehrfach hin- und hergebogen. Uebrigens kann ein und dieselbe Höhle in Folge unregelmässiger Bildung der Begränzungsflächen bei verschiedenen Querschnitten ein wechselndes Bild darbieten. Nur sehr selten ist sie von der Mitte der Zwischensubstanz auf eine Seite derselben versetzt, oder wird sie von einer Querwand theilweise durchzogen [1]).

Ziemlich oft dagegen wird sie durch Theilung mehrfach. Wie verschieden sich diese hierbei auch verhalten mag, so bleibt sie sich doch darin constant, dass sie stets nach vorn gerichtet erscheint. Der Fall, wo sich die in ihrem hintern Abschnitte einfache Höhle an ihrem vordern Ende einfach gabelförmig theilt (Fig. 7), worauf beide Aeste parallel den beiden Rändern des Faserknorpels verlaufen und ein spitzwinkliges Stück desselben zwischen sich fassen, ist verhältnissmässig selten. Gewöhnlich ist der mittlern Hauptspalte in irgend einem Punkte ihres Verlaufes eine Seitenspalte in der Weise schief aufgesetzt (Fig. 8*b*), dass beide nach oben und vorn divergiren. Es kann hierbei selbst geschehen, dass beide in ihrem obern Verlaufe durch die Scheidewand vollkommen getrennt werden und auf einem Querschnitte das Ansehen zweier scheinbar selbstständiger Höhlen darbieten (Fig. 8*a*); und vielleicht lassen sich alle Beschreibungen letzterer Art (Luschka a. a. O. pag. 310. — Tenon a. a. O. pag. 172) auf eine ähnliche Bildung zurückführen. Uebrigens bot der von mir beobachtete und abgebildete Fall insofern besonderes Interesse, als die seitliche Spalte nicht wie gewöhnlich zwischen hyalinem und Faserknorpel, sondern längs des Knochenrandes durch die Masse des ersteren verlief, so dass dieser theilweise mit zur Bildung der Scheidewand verwendet wurde. Ich stehe davon ab, für diese ganz abnorme Bildung eine Erklärung geben zu wollen; möglich, dass hier mechanische Einflüsse eine Rolle gespielt hatten. — Was die Grösse dieser Seitenhöhle anbetrifft, so wechselt sie ganz ausserordentlich. Oft ist sie so klein, dass sie nur wie ein kleiner Einriss an der Wand der Haupthöhle

[1]) Ein solcher Fall bei Bonn, a. a. O. Pl. IV. Fig. 3.

erscheint, oft aber auch wieder so bedeutend, dass sie diejenigen dieser letztern um das Mehrfache übertrifft. Wo sie bis zum vordern Ende des Faserknorpels reicht, schlägt sie sich gemeinhin zwischen ihm und den davor liegenden Bandmassen quer zur andern Seite hinüber (Fig. 8 *b*), so dass seine zwischen beiden Höhlen liegende keilförmige Partie von ihrer Basis bisweilen fast ganz abgeschnitten wird. In der Symphyse eines 24jährigen Mannes war diese seitliche Höhle nur stellenweise ausgebildet und in ihrem übrigen Verlaufe durch eine helle Linie angedeutet.

Die beiden Innenflächen der Höhle lagern dicht an einander, so dass die eine den treuen Abdruck der andern bildet; von einem besondern Inhalte kann somit unter normalen Verhältnissen nicht die Rede sein. Stets aber finden sie sich in höherm oder geringerm Grade mit einer schmierigen Lage überdeckt, welche im spätern Alter oft schmutzig grau aussieht, und unter dem Mikroskope sich als freies Fett und Detritus ausweisst. Trockene Präparate zeigen bisweilen Ablagerungen von Trippelphosphatkrystallen. Von Auskleidung mit einer Synovialhaut ist nie eine Spur vorhanden.

Die Höhlenwände selbst sind bei allen jungen Individuen vollkommen eben und nur von einer dünnen Schicht Faserknorpel überzogen, welcher aber auf Kosten des hyalinen Knorpels immer mehr zunimmt und später in seinen innersten Partieen stets Bildung von Zellenhaufen mit nachfolgendem Zerfalle derselben zeigt. Oft wird in Folge davon seine innere Oberfläche in der verschiedensten Weise höckerig; ja es können selbst einzelne Partieen sich fast vollständig lostrennen und zur Bildung von frei in die Höhle ragenden Anhängseln führen, die häufig sehr abenteuerliche Formen (als Blätter, Knollen u. dergl.) besitzen, und bald mehr vereinzelt auftreten, bald dichtgedrängt und von beiden Seiten ineinandergreifend zusammenliegen. Manchmal ist der Stiel, worauf sie sitzen, so dünn, dass er leicht abreisst und die Gebilde dann frei in der Höhle zu liegen scheinen, was übrigens auch wohl im Leben schon vorkommen mag. Luschka beschreibt in seiner schon mehrfach citirten Abhandlung namentlich an der vordern Höhlencommissur eigenthümliche Gebilde, die er für den Synovialzotten verwandte Bildungen hält. Weit schöner sind dieselben auf der Oberfläche der ebenerwähnten Anhängsel zu sehen, wo sie unter dem Mikroskope so vielfach wechselnde, faden-, büschel-, keulenförmige, in der mannigfaltigsten Weise sich verästelnde Formen darbieten, dass ihre Existenz als typisch selbstständiger Gebilde in hohem Grade zweifelhaft werden

muss. In der That sind sie auch jenen grössern makroskopischen Formationen vollkommen analog und verdanken gleich ihnen ihren Ursprung dem durch die histologischen Verhältnisse bedingten, eigenthümlichen Zersetzungsprocesse, worin die Höhlenwände sich fortwährend befinden. Weit entfernt, etwa aus dem Boden, worauf sie stehen, hervorgewachsen zu sein, sind sie vielmehr die Ueberreste der fasrigen Grundsubstanz des Faserknorpels, welche länger als die in sie eingelagerten Zellen dem Zerfalle zu widerstehen vermögen (Taf. 8. Fig. 3). — Offenbar zeigt sich in diesem ganzen Vorgang die grösste Analogie mit dem von Ecker in kranken Gelenkknorpeln beschriebenen; und es ist von Interesse, eine dort pathologische Bildung hier normal physiologisch auftreten zu sehen.

Unverkennbar tritt mit dem Auftreten der oben beschriebenen Höhle die Symphyse aus der Reihe der einfachen Synchondrosen heraus und in die Nähe der eigentlichen Gelenkverbindungen. Es kann somit keineswegs überraschen, durch die allmäligsten Uebergänge hindurch schliesslich zu einer Stufe zu gelangen, die wir, wenn auch dem wahren Gelenke nicht geradezu als analog, doch wenigstens als sehr nahestehend bezeichnen müssen. Ich hatte Gelegenheit, zwei besonders ausgezeichnete Fälle der Art zu beobachten. Beide betrafen jüngere Frauen, von denen die eine (Fig. 10) sich zufällig im 5.—6. Schwangerschaftsmonate befand; ich sage zufällig, weil diess, wie wir später darthun werden, mit der genannten Bildung in keinerlei Zusammenhang stehen konnte. Beide Symphysen zeichneten sich schon im unversehrten Zustande durch grosse Beweglichkeit aus, welche bei der einen selbst eine Faltenbildung in der hintern Bedeckungshaut zuliess. Beim Querschnitt ergaben die beiden überknorpelten Knochenenden sich als vollständig getrennt, von einer äusserst dünnen Schicht Faserknorpel bedeckt und nur durch den sie umgebenden Bandapparat zusammengehalten. Die Innenfläche dieses letztern war glatt und glänzend, doch ohne Epithelialbeleg. Einer der Fälle war dadurch noch von besonderem Interesse, dass die Höhle hinten beiderseits und vorn links um die Kante der hyalinen Knorpelscheibe mehrere Millimeter lang sich herumschlug und so die Gestalt eines fast vollständigen I darbot (Fig. 9).

d. Bandapparat.

Sämmtliche bisher beschriebene Theile der Symphyse werden nach aussen von fibrösen Lagen umschlossen. Wir haben bereits oben darauf hingewiesen, dass eine scharfe Grenze zwischen

ihnen und der Zwischensubstanz nicht zu ziehen ist, dass es vielmehr Regionen giebt, die in jeder Beziehung sowohl auf die eine, als auf die andere Seite gestellt werden können. Ueber die Beziehungen ihrer einzelnen Abschnitte zu einander sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden; sie wurden bald einfach als fibröser Ring (annulus ligamentosus, Weitbrecht[1])) aufgefasst, bald in mehrere besondere Bänder zerlegt (so Haller[2])), in ein vorderes, hinteres, oberes und unteres (Hunter a. a. O. — Cruveilhier[3])). — Indessen ergiebt sich bei näherer Untersuchung, dass die Aufstellung eines besondern, der Verbindung der Schambeine eigenthümlichen Bandapparates kaum gerechtfertigt ist. Höchstens verdient die auf der hintern Fläche der Symphyse unter dem Periost gelegene Schicht Anspruch auf Selbstständigkeit, um so mehr, als sie durch ihr ganzes Verhalten in innigerer Beziehung zur ganzen Verbindung zu stehen scheint. Während sie nämlich für gewöhnlich sehr unbedeutend ist, nimmt sie mit der Entwicklung der Höhle an Mächtigkeit zu, dergestalt, dass sie bei hohen Graden dieser letztern eine Dicke von mehreren Millimetern erreichen kann (Fig. 10), und in diesen Fällen die bereits oben erwähnte durch das Vorstehen des hyalinen Knorpels hervorgebrachte Hervorwulstung beträchtlich vermehren hilft. — Auf der vordern Seite dagegen ist von einer solchen Schicht nichts zu sehen; vielmehr ist, wenn je eine der Symphyse eigene Bandlage sich vorfindet, dieselbe durch Verfilzung mit den Insertionssehnen der bezüglichen Bauch- und Schenkelmuskeln vollkommen als besonderes Gebilde verschwunden. Bei dieser Auffassungsweise erklärt es sich, wesshalb diese vordern Bandpartieen die hintern an Mächtigkeit so sehr übertreffen. Sie bilden eine im Alter derbe, besonders in ihrer obern Hälfte stärkere und dort 6 bis 10 Millimeter dicke Lage, welche seitlich continuirlich in die Muskelsehnen sich fortsetzt. Indem sie sich um den obern und untern Rand der Symphyse herumschlagen, um in die Bandfasern der hintern Fläche überzugehen, gewinnen sie grössere Selbstständigkeit und sind an diesen Stellen oft als lig. arcuatum superius und inferius beschrieben worden. Ersteres füllt einfach den vom Faserknorpel übrig gelassenen Raum bis zum Niveau

---

1) J. Weitbrecht, Syndesmologia. Sect. 4. §. 50. pag. 130. Petropoli 1742. — Auch Sömmering l. c.

2) A. Haller, elementa physiolog. Tom. VIII. lib. 29. Sect. 5. §. 10. pag. 435. Bernae 1766.

3) Cruveilhier, anatomie descriptive. Tom. 1. pag. 449. Paris 1834.

des obern Schambeinastes aus und ist viel schwächer als letzteres. Dieses nimmt in ziemlich constanter Mächtigkeit von 7—8 Millimetern den obersten Theil des durch Divergenz der absteigenden Schambeinäste entstandenen Winkels ein und endet, indem es sich nach unten mehr oder weniger keilförmig zuspitzt, mit einem stumpfen, nach unten gewöhnlich schwach concaven Rande[1]; derselbe muss aus begreiflichen Gründen bei Weibern etwas länger sein als bei Männern. Bei Kindern ist es verhältnissmässig stärker entwickelt, indem seine Höhe bereits 5—7 Millimeter beträgt. In den Handbüchern wird es unter sehr verschiedenen Namen angeführt[2].

Alle diese Bänder bestehen aus theils quer, theils längs verlaufenden Fasern, und besitzen einen concentrisch geschichteten Bau, der gegen den Faserknorpel hin allmälig sich verliert.

Am schönsten zeigen sich diese Verhältnisse auf einem Mediandurchschnitte der Symphyse (Fig. 14). Die ganze Peripherie wird von dem beschriebenen Bandapparate eingenommen, welcher nach innen die Zwischensubstanz mit ihrer Höhle, wo sich eine solche findet, umschliesst. Der Umriss der Symphyse zeigt hierbei die Form einer mehr oder weniger regelmässigen Ellipse mit stärker convexem vorderm Rande und unten stumpf ausgezogener Spitze. In ältern Individuen findet dieselbe sich nicht selten zu einer mehr abgerundet dreieckigen umgewandelt, was der stärkern Entwickelung des Wulstes auf der hintern, und der Bandmassen auf der vordern obern Seite zuzuschreiben ist.

4. Männliche und weibliche Symphyse.

Abgesehen von jener abenteuerlichen Ansicht, welche der männlichen Symphyse einen von demjenigen der weiblichen durchaus verschiedenen Bau zuschrieb, so haben doch seit langem die Beobachter für die letztere ein von demjenigen der erstern in manchen Punkten abweichendes Verhalten angenom-

---

1) J. Weitbrecht, l. c.: Commissura cartilaginea ossium pubis annulo aliquo ligamentoso obvolvitur, qui in summitis ad notabilem densitatem compactus ac compressus in externa sede protuberantiam aliquam efficit, interne autem inter binorum ossium crura inguinum non adeo acutum, seu magis concameratum, seu testudineatum efformat, cui urethra commodius accumbere possit.

2) Lig. annulare inferius M. J. Weber. — Lig. pubis inf. Cruv. — Lig. ant. triangulare Bourgery. — Ligament triangulaire Boyer. — Lig. arcuatum pubis Henle.

men. Schon Vesal (a. a. O.) macht darauf aufmerksam, dass bei Weibern die Verbindungslinie der Schambeine kürzer sei als bei Männern; und fast alle spätern Autoren sprechen ausserdem der erstern einen nicht nur dickern, sondern auch weichern und nachgiebigern Zwischenknorpel zu [1]). Nach Blasius [2]) scheint derselbe bei Männern bisweilen sogar ganz zu verschwinden. — Auch nach Entdeckung einer in ihm sich findenden Höhle war man sehr geneigt, das weibliche Geschlecht, wenn nicht ausschliesslich, doch wenigstens vorzugsweise damit zu bedenken (so Boyer [3]), Barkow [4])). — Genauere und namentlich statistische Messungen, wodurch allein Irrungen durch ungefähres Abschätzen oder in Folge individueller Verhältnisse vermieden werden können, sind indessen, soviel mir bekannt ist, bis jetzt noch nicht angestellt worden. Wie bedeutend aber diese Fehlerquellen sind, ergiebt sich leicht, wenn wir den überlieferten Ansichten die in vorliegenden Tabellen niedergelegten, auf Thatsachen beruhenden Zahlen gegenüberstellen.

a. Höhen- und Dickendurchmesser der Symphyse.*

	Männer			Weiber		
Alter (in Jahren)	Zahl der Fälle	Höhe	Dicke	Zahl der Fälle	Höhe	Dicke
15—30	12	48,7 (46—54)	16,3 (13—19)	12	47,9 (43—55)	15,7 (12—18)
Nach 30	24	53,7 (46—60)	18,7 (16—23)	13	50,1 (42—55)	17,1 (11—21)
Mittlere Zahl	36	51,2	17,5	25	49	16,3

[1]) F. Plater, l. c. — C. Bauhinus, l. c. lib. I. Cap. 49. pag. 171. — Spigelius, l. c. lib. II. Cap. 24. pag. 72. Linea aspera, qua diximus inter se haec (sc. pubis) ossa committi, in foeminis multo brevior est, ac in maribus; at cartilago contra, ipsa ossa inter se connectens, duplo crassior, laxior ac mollior. — Th. Bartholini l. c. pag. 511. — Diemerbroeck, l. c. pag. 820. — Bouvart, bei Haller, disput. anatom. select. Vol. V. pag. 380. Gottingae 1750. — Albin, l. c. pag. 475. — Louis, de l'écartement des os du bassin. In den Mémoires de l'acad. roy. de Chirurgie. Tom. IV. pag. 64. A Paris 1768. — Verdier, l. c. pag. 104. — Sömmering, l. c.

[2]) Ger. Leon. Blasii Comment. in syntag. anat. J. Veslingii. pag. 20. Amstelodami 1659. Crassior haec et mollior in mulieribus quam in viris, in quibus aliquando plane disparere videtur.

[3]) l. c. pag. 251.

[4]) l. c. pag. 73.

*Anmerkung. Die Zahlen sämmtlicher Tabellen sind in Millimetern angegeben: die in Klammern eingeschlossenen bezeichnen die Grenzwerthe der beobachteten Fälle. — In vorliegender Tabelle bezieht sich die Dicke bloss auf den eigentlichen Faserknorpel; in der Höhe dagegen ist das sog. lig. arcuatum sup. et inf. mit inbegriffen. Mag solches auch etwas unlogisch sein, so glaube ich es doch mit der Schwierigkeit,

Wenige Worte genügen zur Erläuterung dieser Tabelle. Zunächst ergiebt sich aus derselben, dass die Werthe für das weibliche Geschlecht durchschnittlich etwas geringer angesetzt sind; indessen ist der Unterschied zu unbedeutend, als dass daraus irgend welcher Vortheil abgeleitet werden könnte; ausserdem erklärt er sich leicht aus dem den Weibern eigenen feinern Knochenbau. Räthselhaft dagegen bleibt es, wie noch nach dem 30. Jahre eine Zunahme der Durchmesser stattfinden kann. Wenn auch für die Dicke die Sache sich leicht aus einer Fortdauer der bereits früher besprochenen Faserknorpelbildung ableiten liesse, so ist doch für die Gesammthöhe der Symphyse eine solche Erklärungsweise nicht zulässig, und bleibt kaum etwas anderes übrig, als ein wirkliches Wachsthum derselben anzunehmen. Freilich würde eine solche Annahme der gewöhnlichen Ansicht, dass bis zum Mannesalter das Skelett seine höchste Entwicklung erreicht hat, widersprechen; ob aber letztere wirklich richtig ist, möchte immerhin durch spezielle Untersuchungen noch zu beweisen sein. Jedenfalls kann von Zufall oder Täuschung kaum die Rede sein, da die Messungen überall in gleicher Weise angestellt wurden und auch in beiden Geschlechtern zu demselben Resultate führten.

Zur Zeit der Pubertät hat die Symphyse ihre normale Grösse ziemlich erreicht. In der vorhergehenden Periode ist sie natürlich in allen Richtungen verhältnissmässig kleiner; einjährige Kinder boten ungefähr die Hälfte der Werthe für Erwachsene bis zum 30. Jahre, indem sie für die Höhe 21, für die Dicke 7—8 Millimeter ergaben.

b. Querdurchmesser der Symphyse.

	Männer			Weiber		
Alter (in Jahren)	Zahl der Fälle	Vord. Abstand	Hint. Abstand	Zahl der Fälle	Vord. Abstand	Hint. Abstand
1 — 14	3	13,7 (12—16)	6,7 (5—8)	4	16,2 (13—18)	8,3 (5—12)
15 — 30	12	17,3 (15—22)	6,4 (3—10)	12	19,1 (15—23)	7,3 (4—13)
30 — 50	11	10,4 (5—20)	5,4 (3—10)	8	9,5 (5—17)	4,6 (3—7)
Nach 50	13	11,5 (5—21)	4,3 (2—6)	5	11 (6—19)	4,5 (3—6)

Die besondere Form ihrer seitlichen Begrenzungsflächen macht die Messung zweier Linien erforderlich, deren eine

ja Unmöglichkeit, die Grenze dieser Bänder genau zu bestimmen, und mit dem offenbar innigeren Verbande, in dem sie zu der Verbindung der Schambeine stehen, entschuldigen zu können. Durch Abzug von 10—14 Millimetern würde sich die ungefähre Höhe des Faserknorpels selbst ergeben.

zwischen den vordern Kanten, die andere zwischen den hintern Abschnitten der beiden Schambeine liegt. Man hat sich zu hüten, bei ältern Symphysen häufig vorkommende abnorme Auswüchse der vordern Fläche nicht mit erstern zu verwechseln.

Im Gegensatze zum Höhen- und Dickendurchmesser ergiebt sich hier mit vorschreitendem Alter nicht eine Zu-, sondern vielmehr eine Abnahme, da ja der hyaline Knorpel ein dem Untergange durch Verknöcherung verfallenes Gewebe ist. Indessen gestalten sich die Verhältnisse nicht so ganz einfach, und bei einer Vergleichung der vordern und hintern Abstände in verschiedenem Alter finden wir die Bestätigung dessen, was wir schon früher in Betreff des ungleichen Vorrückens des Verknöcherungsrandes ausgesprochen haben. Während nämlich der hintere Durchmesser von der Geburt an gleichmässig sich verringert, nimmt im Gegentheil der vordere erst bis zum 30. Jahre zu, freilich um nachher desto rascher zu sinken. Seine Zunahme ist in dem Dickenwachsthum der beiden Schambeine begründet, deren innere schief aufgesetzte Flächen natürlich um so mehr divergiren müssen, je länger sie sind. Mit dem 50. Jahre scheint der Verknöcherungsprozess wenn nicht sein Ende erreicht zu haben, doch wenigstens auf ein Minimum gesunken zu sein.

Von besonderem Interesse für uns sind die Resultate, welche sich aus einer Vergleichung der Zahlen für beide Geschlechter ergeben. Hier lehrt schon der erste Blick, wie grundlos die so vielfach ausgesprochene Ansicht von grösserer Knorpelbreite der weiblichen Symphyse ist, und wie Unrecht B o u v a r t hatte, wenn er (a. a. O.) bei dieser die Verknöcherung langsamer vorschreiten und erst später vollendet sein liess. Allerdings hat bis zur Pubertät das weibliche Geschlecht einen kleinen Vorsprung vor dem männlichen; allein schon in der folgenden Periode geschieht ein Schritt zur Ausgleichung des Verhältnisses und nach dem 30. Jahre vermag es ihm kaum mehr gleich zu kommen, geschweige denn es zu übertreffen. Woher wohl dieses auffallend wechselnde Verhalten? — So räthselhaft die Sache anfangs auch erscheinen mag, so lässt sie sich doch vielleicht ohne allzugrosse Schwierigkeit erklären. Der physiologische Zustand des männlichen Beckens bleibt sich unter normalen Verhältnissen während des ganzen Lebens ziemlich gleich; nicht so derjenige des weiblichen, das während den Blüthenjahren regelmässig in bestimmten Zwischenräumen von mit dem Geschlechtsleben des Weibes zusammenhängenden Blutcongestionen heimgesucht wird. Es ist somit hierdurch eine grössere Säftefülle gegeben, und gewiss liegt nichts Wider-

sinniges in der Annahme, dass durch eine solche, so gut wie noch manche andere Prozesse, auch der Verknöcherungsprozess energischer sich gestalte. Eingetretene Schwangerschaft würde ganz in derselben Weise zu wirken vermögen.

c. Dimensionen und Häufigkeit einer Höhle.

	Männer			Weiber		
Alter (in Jahren)	Zahl der Fälle	Höhe	Länge	Zahl der Fälle	Höhe	Länge
bis 6	3	—	—	5	—	—
7—15	3	16,7 (14—19)	7 (6—8)	3	16,5 (13—20)	7 (6—8)
16—30	7	19,7 (16—24)	6,6 (3—8)	10	22 (12—33)	7,9 (4—13)
Nach 30	18	22 (9—33)	8 (5—14)	12	32,7 (14—41)	9,7 (4—14)
Mittel	28	20,3	7,4	25	26,8	8,7

Wenn wir im Vorhergehenden zu dem Resultate gelangten, dass ein wesentlicher Unterschied in den Grössenverhältnissen der männlichen und weiblichen Symphyse nicht stattfinde, so findet dies keine Anwendung auf ihre Höhle, vielmehr macht sich hier sehr entschieden ein solcher geltend. Heben wir erst das beiden Gemeinsame hervor, so bemerken wir, wie schon früher angeführt worden, dass eine Höhle erst nach dem 6. Jahre auftritt. Mit wachsendem Alter nehmen constant auch ihre Durchmesser zu und zwar vorzugsweise die Höhe, ein Wachsthum, das sich aus der Fortdauer jenes in Degeneration des Faserknorpels bestehenden Prozesses, dem sie überhaupt ihre Entstehung zu verdanken hat, erklärt. Wie aber ist es zu verstehen, dass derselbe beim Weibe so sehr viel energischer und intensiver vor sich geht, als beim Manne? Die Ursache muss jedenfalls ausserhalb des zerfallenden Gewebes gesucht und gefunden werden, da sich dasselbe in histologischer Beziehung in beiden Geschlechtern durchaus gleich verhält. Das einzige Moment, von dem ich glaube, dass es hier in Betracht kommen kann, ist wiederum dasselbe, von dem ich schon die raschere Verknöcherung der weiblichen Symphyse herzuleiten versuchte, nämlich die periodisch grössere Säftefülle des weiblichen Beckens; wenigstens würde damit auch die Erscheinung stimmen, dass erst nach der Pubertätszeit, somit nach Eintritt der geschlechtlichen Funktionen ein mit der Zeit immer bedeutender werdender Unterschied sich geltend macht. Steht auch der Faserknorpel in keiner oder wenigstens nur geringer direkter Verbindung mit dem Gefässsystem, so lässt sich doch

bei grösserer Blutfülle eine reichlichere Durchtränkung desselben und hierdurch gesetzter rascherer Zerfall seiner zelligen Elemente sehr wohl denken. Zugleich würde hierin der Grund für die sonst unerklärliche Thatsache zu finden sein, dass eine Höhle bei Weibern verhältnissmässig seltener fehlt, als bei Männern; nach meinen Beobachtungen war sie bei erstern unter 28 Fällen nur 2mal, bei letztern dagegen unter 38 Fällen 10mal nicht vorhanden. Natürlich kommt hierbei jene Periode, wo sie überhaupt normalmässig fehlt, nicht in Betracht. Hiermit hängt auch zusammen, dass die höhern Grade von Theilung der Höhle oder von gelenkartiger Bildung der Symphyse nur bei Weibern vorzukommen scheinen. Uebrigens machen sich bei der Entwicklung dieser Höhle so viele individuelle uns unbekannte Verhältnisse geltend, dass es ganz unmöglich ist, in einem gegebenen Falle das Verhalten derselben mit Sicherheit vorher zu bestimmen; in jeder Beziehung sonst gleiche Symphysen können zu sehr verschiedenen Resultaten führen, wie aus den in obiger Tabelle angeführten Gränzwerthen sich ergiebt.

d. Bandapparat der Symphyse.

Wesentliche Unterschiede der Stärke und Beschaffenheit desselben scheinen durch das Geschlecht nicht bedingt zu werden.

e. Beweglichkeit der Symphyse.

Die Beweglichkeit der Symphyse hängt offenbar von der Beschaffenheit der Zwischensubstanz und des Bandapparates ab, als der einzigen Theile, durch welche eine solche überhaupt möglich wird. Die grosse Weichheit und Nachgiebigkeit jener Gebilde in der Jugend verleiht dieselbe den Symphysen dieser Periode in ausgezeichnetem Grade; mit dem Alter nimmt sie aber immer mehr ab und geht schliesslich selbst ganz verloren; — so verhalten sich die Fälle, wo keine Höhle störend eingreift. Durch diese wird natürlich im Verhältniss zu ihrer Grösse und Ausdehnung der feste Verband der Schambeine gelöst, und das Zustandekommen der allmäligsten Uebergänge von fast völliger Unbeweglichkeit bei geringer Entwicklung bis zu ansehnlicher Verschiebung bei excessiver Bildung derselben gegeben. Die oben berührten Verhältnisse gestatten daher den Symphysen der Weiber im Allgemeinen eine grössere Beweglichkeit, als denjenigen der Männer. Alte Symphysen sind von so straffen Bandmassen umlagert, dass selbst ungewöhnliche Höhlenentwicklung die Starrheit und Unnachgiebigkeit ihrer Verbindung nicht zu mildern vermag.

B. Die Symphysis ossium pubis während der Schwangerschaft und der Geburt.

1. Geschichtliches.

Der Streit über das Verhalten der Symphyse während der Schwangerschaft, wie er mit seltener Hartnäckigkeit Jahrhunderte lang geführt wurde, liefert einen schlagenden Beweis, wie in mangelhafter Naturbeobachtung unrichtige Speculationen eine Stütze zu finden vermögen, und wie leicht vorgefasste Meinungen zu ungerechter Beurtheilung der von Andern aufgestellten Ansichten führen können. Es kann nicht in unsrer Absicht liegen, denselben hier in allen seinen Einzelheiten darzulegen; wir werden uns vielmehr begnügen müssen, die Punkte, um welche er sich drehte, im Allgemeinen zu bezeichnen. Unserm anatomischen Standpunkte gemäss werden wir zugleich nur die für oder wider eine Veränderung der Symphyse vorgebrachten anatomischen Gründe zu berücksichtigen haben; kann ja doch auch der anatomische Befund allein als sichere Basis für unsre Schlüsse gelten.

Die einzige Frage, um welche es sich handelt, ist die, ob die Symphyse während der Schwangerschaft in ihrer Verbindung gelockert werde oder nicht. Das Alterthum hatte sie durchaus bejahend beantwortet. Schon Hippocrates [1]) leitet die heftigen Schmerzen der Erstgebärenden in der Beckengegend von Erweiterung des ganzen Beckens, mithin auch der Symphyse, ab (διίσταται γὰρ σφέων τὰ ἰσχία); und selbst in einem cabalistischen Werke der Juden [2]) wird dieser Erscheinung als einer in der Vorsehung Gottes begründeten gedacht und dieselbe dem wunderbaren jährlichen Wechsel der Hirschgeweihe zur Seite gestellt. Soranus [3]) und nach ihm Aëtius [4]) führen die feste Vereinigung der Schambeine als

---

[1]) Hippocrates, de natura pueri. — op. omn. (ed. Kühn). Tom. 1. pag. 421. Lipsiae 1825.

[2]) Nach Sev. Pinaei opusc. physiol. et anatom. lib. II. Cap. VII. pag. 158. Lugd. Batav. 1641.

[3]) Sorani Ephesii de arte obstet. morbisque mul. μή. pag. 105 (ed. Dietz). Regiimontii Pruss. 1838.

[4]) Aëtii Amideni de re medica lib. XVI. Cap. 22. pag. 125. Basil. 1535.

ein Hinderniss der Geburt an, während Avicenna [1]) sich ähnlich wie die jüdische Cabala ausspricht und den ganzen Vorgang als zu den mächtigen Handlungen der Natur gehörig bezeichnet (et est operatio illa de operationibus fortibus naturalibus). Von allen zuerst war es Vesal [2]), der dieses althergebrachte Dogma anzugreifen wagte. Für und wider erhoben sich fortan die Stimmen; doch nur selten wurde einem der Triumph zu Theil, seine Gegner überzeugt zu haben; vielmehr war aller Grund vorhanden, über die „Hartköpfigkeit" derselben zu klagen [3]). Was Vesal gelehrt, erhielt durch zahlreiche Nachfolger Bestätigung, die alle eine Lockerung oder gar Dehiscenz der Symphyse theils als reine Unmöglichkeit und Lächerlichkeit [4]) hinstellten, theils nur äusserst geringe Grade derselben zugeben wollten [5]). — Bei den Gegnern dieser Lehre machte sich zunächst in Beziehung auf die Gesetzmässigkeit des Eintritts einer solchen Lockerung bedeutende Meinungsverschiedenheit geltend. Verhältnissmässig nur Wenige glaubten ihr bei jeder Geburt mit mehr oder weniger Entschiedenheit das Wort reden zu müssen [6]); weitaus die meisten machten sie

---

1) Avicenna, lib. 3. Fen. 21. tract. 1. Cap. 2. p. 924. Venet. 1608.

2) A. Vesalii de corp. hum. fab. lib. 1. Cap. 29. pag. 111. — op. omn. (cura H. Boerhaave). Lugd. Batav. 1725.

3) Sev. Pinaeus, l. c. lib. II. Cap. 9. pag. 165. alii vero, quorum maxima turba est, cervices induruerunt, rationesque contrarias in medium adduxerunt.

4) Anat. corp. hum. auct. J. Valverdo lib. 1. Cap. 26. pag. 37. Venet. 1607. — Realdi Columbi de re anatomica lib. 1. Cap. 28. pag. 152. Parisiis 1572. — Cordaei in Hippocrat. lib. 1 de muliebr. Comm. 4. XXIV u. 7. XXVI. ap. Spach. pag. 637 u. 725. Argent. 1597. — Rod. A Castro, de mul. nat. lib. 1. Cap. 8. pag. 24. Hamburgi 1628. — Varandaei de morbis et affect. mul. pag. 128. Lugd. 1619. — Fernelii de hom. procreat. lib. VII. Cap. 11. Univers. medic. pag. 237. Genevae 1619. Widerspricht sich übrigens selbst, indem er anderwärts unter den Hindernissen der Geburt die allzufeste Vereinigung der Schambeine nennt. De part., quae sub diaphragm. sunt morbis. lib. VI. Cap. 17. l. c. pag. 447. — Peu, la pratique des accouch. pag. 184. Paris 1694. Je ne crois point, qu'ils aient part à la sortie (— les os pubis), si ce n'est pour y mettre souvent de l'obstacle et rendre le travail long et pénible. — De La Motte, traité complet des accouch. pag. 201. A Paris. 1721. — Mauriceau, traité des maladies des femmes grosses. Tom. 1. liv. 2. pag. 207. Paris 1740. — J. Mesnard, le guide des accouch. pag. 14. Paris 1743. — Voigt, de capite infant. abrupto, variisque illud ex utero extrah. modis. Gissae 1743. — Al. Monro, thy anatomy of the human bones and nerves. pag. 222. Edinburgh 1750.

5) Lud. Mercati de mul. affect. lib. IV. Cap. 3. ap. Spach. pag. 1052 c. Argent. 1597. — A. Laurentius, hist. anat. hum. corp. lib. VIII. quaest. 33. pag. 337. Francoforti ap. Matth. Beckerum (Jahreszahl fehlt).

6) C. Bauhini anat. lib. 1. Cap. 49. pag. 171. Sumpt. Joh. Th. de Bry. 1620.

von gewissen Umständen, insbesondre solchen, welche die Geburt erschweren, abhängig[1]). Ja Röderer[2]) leugnete selbst ihr Vorkommen im gesunden Organismus und setzte die Ursache derselben in höhere Grade von venerischen, skorbutischen, überhaupt kachektischen Zuständen, welcher Auffassung indess schon Morgagni[3]) thatsächliche Beweise entgegenstellte. Auch Boyer[4]) war geneigt, in der Lockerung eher eine krankhafte als naturgemässe Erscheinung zu sehen. Tenon[5]) scheint der einzige gewesen zu sein, der für eine solche als nothwendig prädisponirendes Moment eine besondre anatomische Bildung, nämlich Spaltung des einfachen Symphysenknorpels voraussetzte, und auch den ganzen Vorgang nicht als der Schwangerschaft eigenthümlich und ihr allein angehörig hinstellte. — Zahlreiche Sectionen[6]) hatten die genannte Veränderung, wie sie von vielen schon während des Lebens[7]) theils aus sub-

---

Exsectio foetus vivi ex matre viva à Franc. Rosseto gall. conscript. Francoforti 1601. Sect. 1. Cap. 3. pag. 6. — Sev. Pinaeus, l. c. lib. II. Cap. V. pag. 137 et sequ. — Ambroise Paré, oeuvres compl. par J. F. Malgaigne. Tom. 2. Chap. 13. pag. 665. A Paris 1840. — Lud. Bonaciolus, de foetus formatione. Cap. VIII. pag. 171. Lugd. Batav. 1641. — J. Riolani Anthropographiae lib. VI. Cap. 12. pag. 406. Lutet. Paris. 1649. Sustinebo, non sine maxima ossium pubis dilatatione foetum egredi. — G. L. Blasii Comm. in Syntag. anat. J. Veslingii. pag. 21. Amstelodami 1659. — Fab. Hildani op. quae exstant omnia. Cent. VI. observ. 39. pag. 547. Francof. ad Moenum 1646.

1) Spigelii de corp. hum. fabrica lib. II. Cap. 24. pag. 72. Francof. 1632. — J. Veslingii Syntag. anat. Cap. 2. pag. 13. Amstelod. 1663. — J. Sculteti armament. chirurg. observ. 78. pag. 117. Ulmae Suev. 1655. — Diemerbroeck, Anat. corp. hum. pag. 822. Genev. 1679. — Santorini observat. anat. Cap. 11. §. 4. pag. 209. Venet. 1724. — Jo. Bapt. Morgagni advers. anat. III. animadv. 15. pag. 76. Venet. 1762. — id. de sed. et caus. morb. lib. 3. epist. 48. 44. pag. 242. Venet. 1761. — Bertin, traité d'ostéologie. Tom. 3. Cap. 31. pag. 247. A. Paris 1754. — Haller, elementa physiolog. Tom. VIII. lib. 29. sect. V. §. 10. pag. 435. Bernae 1766. — Sandifort, observat. anat.-patholog. lib. II. Cap. 1. pag. 55. Lugd. Batav. 1778.

2) J. G. Roedereri element. art. obstetric. §. 22. pag. 11. (ed. Wrisberg). Gottingae 1766.

3) Jo. Bapt. Morgagni de sed. et caus. morb. lib. 3. epist. 48. 45. pag. 243. Venet. 1761.

4) Boyer, traité complet d'anatomie. Tom. 1. pag. 252. A Paris 1797.

5) Mémoires de l'inst. des sciences etc. Tom. VI. pag. 179 u. 180. Paris 1806.

6) Jac. Sylvii in Hippocrat. et Galeni Physiol. part. anat. Isagoge. pag. 21. Venet. 1556. — Spigelius, l. c. pag. 73. — H. Arnisaei de partus hum. legit. term. pag. 276. Francoforti 1641. — J. Riolanus, l. c. pag. 405. — Santorini, l. c. — Morgagni, l. c. de sed. et caus. morb. — Ch. Guillemeau, de la grossesse. Liv. 2. Chap. 1. pag. 105. A Paris 1642. — Bertin, l. c. pag. 249. — Duverney, oeuvres anatom. Tom. 1. pag. 461. A Paris 1761.

7) Jo. Veslingii observ. anat. et epist. med. (ed. a Th. Bartholino)

jectiven Gefühlen der Gebärenden, theils objectiv durch Auflegen der Hand auf die affizirte Stelle diagnostizirt worden war, zur Evidenz erwiesen. — Bei der einfachen Constatirung der Thatsache blieb man jedoch nicht stehen, vielmehr suchte man die Art und Weise ihres Entstehens zu erforschen. Zunächst schrieb man der grössern Breite und Weichheit des Zwischenknorpels in weiblichen Individuen einen in dieser Richtung vortheilhaften Einfluss zu; daher wollte auch Thierry[1]) die Möglichkeit einer Beckenerweiterung bloss für jüngere Frauen zugeben, deren Symphysen jene Eigenschaften noch in vollem Maasse besitzen, und leiteten Andre die verhältnissmässig bedeutendern Schwierigkeiten, womit Erstgebärende in höherm Alter zu kämpfen haben, von grösserer Trockenheit und Derbheit jener Gebilde her[2]). Ausserdem aber sollten dieselben noch durch eine Art von Schwellungsprozess, dessen nähern Vorgang man sich auf verschiedene Weise dachte, zur Nachgiebigkeit bei der Geburt befähigter werden. Riolan[3]) nahm zu diesem Zwecke eine salbenartige Feuchtigkeit (humor unctuosus) an und beschrieb selbst ein besondres Loch[4]), durch das eine Vene, um ihn zu bespülen, in den Knorpel treten sollte. Pinaeus[5]) liess diesen ganz einfach mit einer schleimigen, warmen und milden Flüssigkeit (humor mucosus, calore mediocri et benigno spiritu praeditus) nach Art eines Schwammes sich vollsaugen. Nach Harvejus[6]) geht die Schwellung vom Knorpel selbst aus und wird nicht durch Contact mit dem Fruchtwasser

---

25. pag. 117. Hagaecomitum 1740. — Ch. Guillemeau, l. c. pag. 104. J'ai entendu craquer et entrouvrir les dits os, ayant mis le doigt, y trouvant séparation manifeste. — Fab. Hildanus, l. c. — Morgagni, l. c. de sed. et caus. morb.

1) Thierry, de partu difficili etc. Cap. 1. §. 14. Bei Sandifort, Thesaur. dissert. Vol. 3. pag. 196. Lugd. Batav. 1778.

2) Sev. Pinaeus, l. c. Cap. VI. pag. 146 u. 147. Sed unde id fiat si quis ex nobis quaesierit, dicemus siccitatem et primariam constrictionem praedictarum Symphyseon in causa esse, quae progressu aetatis contrahuntur: accedente enim senectute corpora exsiccantur, et humore suo benigno, spiritu et calore praedicto privantur quo partes singulae irrigantur, excrementitio vero abundant inutili et nocuo. — Franc. Rossetus, l. c. — Ch. Guillemeau, l. c. pag. 104. — H. Arnisaeus, l. c. pag. 278. — F. Deleboë, Sylvii prax. med. lib. 3. Cap. 7. §. 195. pag. 552. Amstelod. 1679. — Diemerbroeck, l. c. pag. 822. — Th. Bartholini, de insolit. partus hum. viis. Cap. 3. 4. pag. 17. Hagaecom. 1740. — Sandifort, de pelvi etc. §. 13. Thesaur. diss. pag. 189. — Bouvart, l. c. pag. 383.

3) Riolanus, l. c. pag. 404.

4) id. l. c. pag. 406.

5) Sev. Pinaeus, l. c. pag. 138 u. 146.

6) Harvejus, exercit. de generat. animal. Exercit. 57. pag. 196. Londini 1651.

bewirkt (non quidem ab aquosae substantiae profusione, sed sua sponte, ut fructus maturi excludendis suis seminibus solent hiscere); anderwärts [1]) vergleicht er den ganzen Vorgang mit der Sprengung der harten Schale durch den quellenden Keim oder der Zerspaltung der Felsen durch die zarten Wurzelfasern des Epheus. Von den spätern lässt Morgagni [2]) ebenfalls einfach einen humor unctuosus wirken; andere dagegen, wie Spigelius [3]), Bertin [4]), Louis [5]), Bouvart [6]) machen auf den vermehrten Säftezufluss vor oder selbst noch während der Geburt aufmerksam; und letzterer hebt zugleich den mechanischen Einfluss hervor, den die Belastung durch das Kind auf die Erweiterung des Beckens haben müsse. — Unvollkommene Resorption der den Knorpel schwellenden Flüssigkeit sollte nach der Geburt zur bleibenden Verdickung desselben führen; und ganz folgerichtig wurde eine solche als um so beträchtlicher angenommen, je namhafter die Zahl der vorausgegangenen Geburten gewesen [7]).

Was die Dauer des ganzen Schwellungsprozesses und somit auch der durch ihn gesetzten Erweiterung des Beckens anbetrifft, so war man darüber einverstanden, dass er weder plötzlich mit der Geburt auftreten, noch wieder verschwinden könne. Man liess ihn daher allgemein theils gleichzeitig [8]) mit der Schwangerschaft, theils erst später im Verlaufe derselben [9]) beginnen und auch erst einige Zeit nach erfolgter Ausscheidung des Kindes sein Ende erreichen. Die Theorie erhielt thatsächliche Bestätigung durch jene nicht allzuseltenen Fälle, in welchen schon längere oder kürzere Zeit vor Ablauf der Schwan-

---

1) ib. de partu, pag. 270.

2) Morgagni, de sed. et caus. morb. 3. 48. 45.

3) Spigelius, l. c. pag. 73.

4) l. c. pag. 247.

5) Louis, de l'écartement des os du bassin. — Mém. de l'acad. roy. de chirurg. Tom. IV. pag. 82. A Paris 1768.

6) An ossa innominata in gravidis et parturientibus diducantur? — In Haller, disput. anat. select. Vol. V. pag. 380. Gottingae 1750.

7) Sev. Pinaeus, l. c. Cap. VI. pag. 149. — C. Bauhinus, l. c. Unde cartilago haec in illis, quae nunquam conceperunt, tenuis, sicca et exigua respectu aliarum existit, sed in iis, quae saepius enixae sunt, etsi longo post tempore moriantur, cartilago crasse reperitur; at in his, quae semel aut bis tantum peperere, medio se habet. — Diemerbroeck. l. c. pag. 820 u. 822. — Louis, l. c. pag. 64. — Bouvart, l. c. pag. 382.

8) Ch. Guillemeau, l. c. pag. 105. — Louis, l. c. pag. 79.

9) Sev. Pinaeus, l. c. pag. 137. — Morgagni, advers. anat. 3. 15. pag. 76. Venet. 1762. — id., de sed. et caus. morb. 3. 48. 45. Illa pelvis juncturarum dispositio in gravidis inchoata, in parturientibus aucta. — Riolanus, l. c. pag. 404. — Duverney, l. c. pag. 411.

gerschaft eine mehr oder minder auffällige Beweglichkeit der Schambeine sich bemerklich gemacht, und nach der Geburt nur allmälig sich wieder verloren[1]) hatte. Nach Weitbrecht[2]) sollte letzteres durch die contractile Kraft (contractili virtute) des Bandapparates geschehen. — Wie übrigens die Einzelnen sich die Einflüsse der ausdehnenden Gewalt des Geburtsactes selbst auf den so präparirten Knorpel dachten, lässt in vielen Fällen bei der Unbestimmtheit der gewählten Ausdrücke sich durchaus nicht bestimmen. Nur verhältnissmässig wenige haben sich klar und deutlich darüber ausgesprochen und sich entweder für eine einfache Dehnung[3]) entschieden oder unter Umständen selbst eine Zerreissung[4]) für zulässig erklärt. Zu erwähnen ist, dass in den meisten der oben angeführten Sectionsberichte die Berichterstatter die beiden Schambeinenden getrennt und oft fingerbreit von einander abstehend gefunden haben; doch unterlassen sie die Erklärung dieser Erscheinung, obgleich sie anderwärts den Zwischenknorpel stets als einfach bezeichnen. Immerhin ist in jenen Angaben die Idee einer Zerreissung implicite enthalten. — Ein durchaus neuer Gesichtspunkt wurde durch Hunter[5]) eröffnet. Derselbe hatte ebensowenig wie später Tenon (l. c. pag. 180) von der Schwellung des Knorpels sich überzeugen können, dagegen bisweilen in der Symphyse von Schwangern eine Höhle gefunden, die ihm ausserhalb dieses Zustandes zu fehlen schien. Widersprechende Thatsachen liessen ihn indessen nicht zu einem bestimmten Schlusse gelangen. Trotzdem, dass bald nachher eine Höhle in beiden Geschlechtern als normaler Befund nachgewiesen worden war, wurde die Hunter'sche Ansicht doch bis in die neueste Zeit festgehalten. Die Idee von der Schwellung des Zwischenknorpels trat hierbei allmälig in

---

[1]) D. Ludovici, op. omnia. pag. 615. Francof. ad Moenum 1712. — Bertin, l. c. pag. 248. — Duverney, l. c. pag. 461. — Morgagni, de sed. et caus. morb. l. c. — W. Smellie, a collection of cases and observat. in Midwifery. Vol. 2. pag. 3. London 1764. — Sandifort, l. c. obs. anat.-path. pag. 54 u. 55.

[2]) Weitbrecht, Syndesmol. Sect. 4. §. 50. pag. 131. Petrop. 1742.

[3]) Puzos, traité des accouch. publié par Morisot Deslandes. pag. 7. A Paris 1759.

[4]) Ger. Leon. Blasius, l. c. In partu facili .... sola cartilaginis laxatio sufficit. In partu autem difficili, ubi foetus grandior, exitus angustior, sicciorque cartilago, nunc ossa pubis, nunc ossa ilium et sacrum, nunc utraque divelluntur, magis minusve, prout necessitas imperat. — Verdier, abrégé de l'anat. du corps humain. Tom. 1. pag. 107. A Bruxelles 1759.

[5]) Medical observations and inquiries. Vol. II. pag. 338 und 339. London 1762.

den Hintergrund, obgleich noch allgemein grössere oder geringere Lockerung desselben angenommen wurde, von der indessen Kilian[1]) bestreitet, dass sie von Einfluss auf den Gang der Geburt sei. — Bonn[2]) führt eine Anzahl von Fällen an, in denen er theils vor, theils nach der Entbindung eine Höhle gefunden hatte, während er ihr Vorkommen ausserhalb der Schwangerschaft läugnet. Ihre Entstehung sucht er sich theils durch Schmelzung des Gewebes im Verlaufe der Gravidität, theils durch Zerreissung desselben während des Geburtsactes zu erklären (l. c. pag. 275). — Noch Sömmering[3]) huldigt dieser Annahme, dass die Höhle bloss in oder nach der Schwangerschaft vorkomme, in aller Strenge. Die meisten neuern Schriftsteller dagegen lassen sie, wie schon Sandifort[4]) gethan, nur noch vorzugsweise nach einer solchen auftreten; jedoch scheinen sie es vermeiden zu wollen, sich mit allzugrosser Bestimmtheit über diesen etwas in Misskredit gekommenen Gegenstand auszusprechen. Zuletzt haben Luschka[5]) und Barkow[6]) für die Schwangerschaft nur noch eine höhere Entwicklung der Höhle, verbunden mit geringer Schwellung der ganzen Verbindung in Anspruch genommen, indessen ist auch diese Auffassung bereits wieder durch Henle[7]) zweifelhaft geworden.

2. Kritik der Theorien und Beobachtungen.

Der Rückblick auf die geschichtliche Entwicklung der obschwebenden Frage ist gewiss nicht geeignet, unsere Zweifel in Bezug auf die Beantwortung derselben zu lösen; finden wir doch als Vertreter der verschiedensten Meinungen Männer, deren Name für die Richtigkeit der Beobachtung und Gewissenhaftigkeit der Angabe bürgt. Wir sind somit durchaus auf uns selbst, oder vielmehr auf die Thatsachen angewiesen.

Vor allem ist es die Fassung der Frage selbst, welche einer nähern Präcision bedarf; gewiss hat der Mangel einer solchen

---

[1]) H. Fr. Kilian, die Geburtslehre von Seiten der Wissenschaft und Kunst dargestellt. pag. 169. Frankfurt am Main 1839.

[2]) In den Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap, 3. Theil. pag. 263 u. ff. Rotterdam 1777.

[3]) Th. Sömmering, de corp. hum. fab. Tom. II. §. 45. pag. 28. Trajecti ad Moenum 1794.

[4]) Sandifort, l. c. observat. pag. 54.

[5]) Virchow's Archiv. Bd. VII. pag. 315.

[6]) Barkow, Syndesmologie. pag. 73. Breslau 1841.

[7]) Henle, Handbuch der Bänderlehre des Menschen. pag. 119. Braunschweig 1856.

nicht wenig zur Verwirrung beigetragen. Es sind nämlich die während der Schwangerschaft auftretenden Erscheinungen offenbar zweierlei Art; die einen sind die unmittelbare Folge des physiologisch veränderten Zustandes und hängen innig mit der Erziehung und Ausscheidung der Frucht zusammen: sie treten somit nothwendig im Gefolge einer jeden Schwangerschaft auf und werden meist in ihren exquisiten Formen nur durch diese hervorgerufen; die andern dagegen haben mit dieser als solcher nichts zu thun, sie entstehen mehr zufällig, vorzugsweise in Folge der durch jene gesetzten mechanischen Störungen, und werden auch oft genug ausserhalb derselben durch ähnlich wirkende Ursachen bedingt. Man könnte sie jenen erstern als physiologischen gegenüber vielleicht nicht mit Unrecht als krankhafte bezeichnen. Der eigenthümlichen Vergrösserung des Uterus liegt als spezifische Ursache die Conception zu Grunde; der Varix dagegen tritt in gleicher Weise auf, mag er in der Schwangerschaft drückenden Kindestheilen, oder ausserhalb derselben irgend welchen Störungen des Kreislaufes seine Entstehung verdanken. — Merkwürdigerweise hat man bis jetzt für die Lockerung der Symphyse immer nur das erste Moment geltend gemacht und dem zweiten höchstens eine sehr untergeordnete Rolle zugetheilt; man sprach von ihr nur als von einem Mittel zur Erleichterung der Geburt, und ihre Gegner machten stets als einen Hauptgrund ihren geringen Nutzen geltend.

Hätte die Lockerung wirklich einen solchen Zweck, so müsste sie, wenn nicht in allen, doch wenigstens in der Mehrzahl der Symphysen von Schwangern sich nachweisen lassen, und es würden diese somit in höherm oder geringerm Grade anatomische Veränderungen darbieten, die ihr ausserhalb dieses Zustandes abgehen. Es hat, wie wir oben gesehen, nicht an der Aufstellung von solchen gefehlt. Versuchen wir, ob sie den Prüfstein unserer gewonnenen anatomischen Kenntnisse aushalten. Wenn schon Santorini eine Dehnung mit dem Begriff des Knorpels so unvereinbar gefunden, dass er die Schambeinfuge aus der Reihe der Synchondrosen streichen zu sollen glaubte, so müssen auch wir fast a priori schon jede Veränderung ihrer hyalinen Partieen bestreiten, nachdem wir in ihnen nicht ein die Verknüpfung der Schambeine vermittelndes Gebilde, sondern den erst knorplig präformirten, aber noch unverknöcherten Theil derselben erkannt haben. Die Möglichkeit einer solchen muss sich somit auf die faserige Zwischensubstanz beschränken, und ihr wirkliches Eintreten müsste, wenn es wirklichen Nutzen gewähren sollte, bei der verhältnissmässig geringen Masse dieser letztern in um so auffälligerem

Grade stattfinden; doch muss ich gestehen, dass es mir nie hat gelingen wollen, bei Schwangern eine breitere, oder nur irgendwie merklich weichere Zwischensubstanz anzutreffen. Ausserdem ergaben auch direkte Messungen keinen Unterschied zwischen Symphysen ausserhalb oder innerhalb der Schwangerschaft. Schon hierdurch müsste die Behauptung derjenigen, welche nach stattgefundener Conception den Zwischenknorpel verdickt gefunden haben wollten, zweifelhaft werden, wenn sie nicht durch die oben mitgetheilten statistischen Resultate zur Evidenz widerlegt würde; denn obgleich die Mehrzahl der dort in Rechnung gebrachten Frauen Einmal, viele sogar öfter geboren hatten, so war doch im Querdurchmesser der Symphyse so wenig eine Zunahme zu bemerken, dass er vielmehr schon nach dem 30. Jahre denjenigen bei Männern kaum mehr zu erreichen vermochte.

Was das Vorkommen einer Höhle anbetrifft, so hat sich dasselbe als Norm bei beiden Geschlechtern erwiesen; es kann somit dasselbe zur Schwangerschaft in keinerlei Beziehung gebracht werden. Ihre grössere Entwicklung bei weiblichen Individuen suchten wir als die Folge des durch die geschlechtlichen Funktionen bedingten grössern Säftezuflusses hinzustellen; wir müssen daher zugeben, dass auch die Schwangerschaft in ähnlicher Weise wirken werde. Ob aber hierbei der Prozess der Höhlenbildung energischer als im normalen Zustande vor sich gehe, ist eine Frage, die sich nur durch Vergleichung einer grossen Reihe von schwangern und jungfräulichen Symphysen entscheiden liesse. Auf spärliche Erfahrungen, die ich zu machen Gelegenheit hatte, gestützt, möchte ich dieselbe eher negativ als positiv beantworten. Die Symphysen dreier ungefähr gleich alter Frauen (zwischen 27 und 30 Jahren), deren eine 6 Wochen nach der Entbindung am Puerperalfieber gestorben war, während die beiden andern niemals geboren hatten, boten bei jener eine Höhle von 5 mm. Länge und ungefähr 12 Höhe, bei diesen dagegen Höhlen von 4 und 12 Länge und 15 bis 21 Höhe. Bei einer im 5.—6. Monat der Schwangerschaft Verstorbenen fand sich freilich eine fast gelenkartige Verbindung mit sehr bedeutender Höhle; aber ausserdem dass diese alle Charaktere eines schon längern Bestehens an sich trug, so möchte wohl niemand eine so ungewöhnliche und seltene Bildung auf Kosten jener kurzen Periode setzen wollen. Zwei andere Fälle verhielten sich durchaus verschieden, indem in dem einen die Höhle den mittlern Werth nicht erreichte, in dem andern dagegen ihn nicht unbeträchtlich überschritt; ein Schluss ist somit nicht gestattet. Ueber-

haupt aber muss man sich hüten, bei einem Gebilde wie die Symphyse, das so vielfachen Schwankungen unterliegt, durch einen einzelnen Fall zur Annahme einer bestimmten Ansicht sich verleiten zu lassen. Nur Eliminirung der individuellen Verhältnisse durch Vergleichung vieler Fälle kann zu einem genügenden Resultate führen.

Wenn übrigens durch den Zustand der Schwangerschaft die Höhle in ihrer Entwicklung wirklich merklich gefördert würde, so möchte sich wohl folgerichtig daraus ergeben, dass sie nach vielen Geburten wenigstens in der Regel grösser gefunden würde, als nach wenigen, ein Schluss, zu dem die Beobachtung mir keinerlei Anhaltspunkt zu geben vermochte.

Was endlich die Beweglichkeit der schwangern Symphyse anbetrifft, so verhielt sie sich in den von mir geprüften Fällen durchaus so, wie ich es schon früher für dieselbe im Allgemeinen angegeben habe; als Maassstab galt die Grösse der Höhle: sie war somit sehr bedeutend in den einen, in den andern dagegen beinahe auf Null reduzirt.

So muss ich denn, gestützt auf diese Thatsachen, mich dahin aussprechen, dass der bisher so allgemein festgehaltene Gesichtspunkt, die Lockerung der Symphyse als ein Mittel zur Erleichterung der Geburt zu betrachten, ein irriger war, und dass Veränderungen in diesem Sinne sich durchaus nicht nachweisen lassen. Keineswegs aber soll hiermit die Möglichkeit einer Lockerung überhaupt geläugnet werden; eine solche ist nicht nur durch zahlreiche Beobachtungen constatirt worden, sondern findet auch bei gewissen prädisponirenden Bedingungen im Bau der Symphyse in einem mechanischen Momente leicht ihre Erklärung.

Alle Beobachter sprechen von einer fühlbaren Beweglichkeit der Schambeine erst in den letzten Monaten der Schwangerschaft, also in einer Periode, wo das Kind durch seine Grösse auf die umliegenden Organe bereits einen nicht unbeträchtlichen Druck ausüben muss. Schon Bouvart hatte hierauf aufmerksam gemacht und daher zum Theil die Erweiterung des Beckens abgeleitet. Die Erfahrung hat uns gelehrt, dass eine solche Erscheinung unter normalen Verhältnissen nicht stattfinde, und wir müssen daher annehmen, dass die Zwischensubstanz fest genug sei, der das Becken auseinandertreibenden Gewalt zu widerstehen. In der That sind auch so gebaute Symphysen von vor oder nach der Geburt Verstorbenen, wie schon Hunter[1]) bemerkte, in keiner Weise von

[1]) l. c. pag. 336. But still the ossa pubis seemed as near to each other, and all the external ligaments seemed to be as entire as in other bodies.

jungfräulichen zu unterscheiden (Taf. 1. Fig. 11). — Muss aber das Verhältniss sich nicht ganz anders gestalten, wenn diese bindende feste Zwischensubstanz ganz oder grösstentheils fehlt? wenn (wie in Fig. 10) bei weitgediehener Höhle die beiden Schambeine mehr oder weniger ausschliesslich von dem früher beschriebenen Bandapparate zusammengehalten werden? Dehnung fibröser Gebilde durch lang anhaltende, wenn auch nur schwache Gewalt kommt oft genug vor; und in diesem Falle muss sie noch durch eine freilich nur geringe Schwellung und Lockerung derselben, die kaum ganz geläugnet werden dürfte, befördert werden. Geringe Reste der Zwischensubstanz möchten wohl kaum hinderlich sein und eher zerreissen, als dem Auseinandertreten der Knochen einen beharrlichen Widerstand entgegensetzen. Dass die hierbei, natürlich nur sehr allmälig, entstehende wirkliche Höhle mit einer serösen, meinethalb synoviaartigen Flüssigkeit sich füllen muss [1]), ergiebt sich als nothwendige und einfache Folge physikalischer Gesetze. Es liegt auf der Hand, dass die Grenzen einer solchen Dehnung sehr verschieden weit gezogen sein können; in starken robusten Individuen mit kräftigem Bau wird das kraftvolle Band grössern Widerstand zu leisten vermögen, als das schwächere und nachgiebigere in schlaffen und zarten Körpern und ebenso wird die Grösse des mechanischen Momentes von Einfluss sein. Von denselben Umständen wird es auch abhängen, ob die mit der Erschlaffung der Schambeinverbindung gegebenen Nachtheile schon früh oder erst spät in der Schwangerschaft sich geltend machen. Dass übrigens eine solche Dehnung rein durch mechanische Gewalt hervorgebracht werden kann, beweisst jener von Tenon [2]) erzählte Fall, wo sie selbst bei einem jungen 18jährigen Manne in Folge einer eigenthümlichen Behandlung seines Beckens eingetreten war. Hier hatte, wenn wir nicht eine ganz ungewöhnliche Bildung annehmen wollen, die bedeutende Gewalt selbst den Faserknorpel zum Weichen zu bringen vermocht. — Es ist klar, dass eine solche Veränderung von ihrem ersten Auftreten bis zur Geburt allmälig sich steigernd verläuft, und auch nachher nur allmälig sich verliert. Letzteres kann unter ungünstigen Verhältnissen sehr

---

1) Morgagni, de sed. et caus. morb. 3. 48. 44. — Barkow, l. c. pag. 73.

2) Mém. de l'inst. des sciences. Tom. VI. pag. 159. Son maître le faisait coucher sur le dos; dans cette situation il lui posait un pied sur un genou, l'autre pied sur l'autre genou; puis se balançait. Se prétendait par ce procédé lui renverser les genoux et les pieds en dehors.

langsam erfolgen [1]) oder selbst ganz ausbleiben [2]) und so Veranlassung zu mehr oder weniger beträchtlichen, bleibenden Beschwerden geben. Ebenso leuchtet es ein, dass dasselbe nach sehr häufigen Geburten erfolgen kann, indem durch die wiederholte Dehnung das Band allmälig seinen Tonus verliert. So der bekannte Fall von Cruveilhier [3]), wo die Symphyse einer alten Frau, welche 19 Kinder zur Welt gebracht hatte, in ihrem Innern eine beträchtliche Höhle und grosse Beweglichkeit darbot.

Wenn uns schliesslich noch die Frage zu erörtern übrig bleibt, ob bei dem Geburtsacte selbst durch das austretende Kind das Becken, somit auch die Symphyse erweitert werden kann, so haben wir vor allem für diese in's Auge zu fassen, dass in ihrer Umgebung keinerlei leicht verschiebbare Organe sich vorfinden, welche den zwischen beiden Schaambeinästen sich bildenden leeren Raum auszufüllen vermöchten; dass somit immerhin der gewiss nicht unbeträchtliche Luftdruck zu überwinden bliebe. Ausserdem aber ist die Construction der ganzen Symphyse nicht der Art, um plötzliche bedeutende Dehnung ohne Zerreissung zu gestatten. In einer normalen Geburt kann daher, besonders wenn noch die Zwischensubstanz in grösserer Menge vorhanden ist, von einer nur irgendwie merklichen Erweiterung kaum die Rede sein [4]). Anders freilich möchte sich die Sache bei schweren Geburten gestalten, wie schon daraus hervorgeht, dass die meisten Beobachter eine Erweiterung nur bei solchen gefunden haben wollen. Zweierlei Fälle sind hier denkbar. Bei lang andauernden Geburten kann durch das wiederholte Andrängen des Kindes bei disponirender Bildung schliesslich der Bandapparat gelockert und gedehnt werden [5]); wird er doch schon nach nicht gerade schweren Geburten in solchen Fällen etwas verändert gefunden. Dann aber liegt bei sehr grosser Gewalt die Vermuthung einer mehr oder weniger weit gehenden wirklichen Zerreissung nahe; für das Vorkommen einer solchen haben auch in der neuesten

---

1) Smellie, l. c.

2) Ludovici, l. c.

3) l. c. pag. 457.

4) Hunter sagt hierüber l. c. pag. 337. These observations make me think, that the ossa pubis did non separate in the time of labour, so as to recede to any distance from each other; bat that pregnancy and labour brought about such a relaxation of the ligaments in the joints of the pelvis, as would allow the circle of the bones both to be a little inlarged by the force of labour-pains, and to be a little altered in its figure, when more pressed upon by the child at one part than at another.

5) Jo. Veslingius, l. c.

Zeit verschiedene Stimmen sich ausgesprochen [1]), und auch mir selbst schien in einem Falle eine solche in freilich nur geringem Grade stattgefunden zu haben.

In der Verschiedenheit der anatomischen Verhältnisse hätten wir somit den Grund des wechselnden Verhaltens der Symphyse während der Schwangerschaft und Geburt gefunden; und es kann für uns kein Räthsel mehr sein, wie jene bedeutende Divergenz der Ansichten sich auszubilden vermochte. Die Wahrheit aber liegt weder auf der einen, noch auf der andern Seite, sondern in der Mitte, wie schon Spigelius (a. a. O.) sagt: Incedimus media via, nec in omnibus hiscere, nec in nulla ex plurimis observationibus statuimus.

Der hyaline Knorpel und seine Verknöcherung.

1. Vorgänge im Foetus.

a. Entwicklung des hyalinen Knorpels.

Das Material zur Bildung des hyalinen Knorpels ist in den sogenannten allgemeinen Bildungszellen des thierischen Körpers gegeben; der Vorgang, welcher hierbei stattfindet, ist ein doppelter und lässt sich kurz dahin definiren, dass einerseits jene zelligen Gebilde eine Reihe eigenthümlicher Umwandlungen durchlaufen, andrerseits zwischen sie die Ablagerung einer strukturlosen, mehr oder weniger durchscheinenden Substanz erfolgt.

Zur Zeit, wo die bis dahin indifferenten Zellen einen bestimmten Charakter anzunehmen, wo somit die verschiedenen Gewebe von einander sich zu differenziren beginnen, untergehen die künftigen Knorpelzellen eine einfache Vergrösserung. Sie bilden nunmehr rundliche oder ovale, scharf und dunkel contourirte, von einer dunkeln körnigen Masse durchaus erfüllte Körperchen, in denen ein besondrer Kern sich nicht unterscheiden lässt, und deren Rand, offenbar in Folge von Runzelungen der Umhüllungsmembran, oft schwach wellig oder selbst zackig erscheint. Allmälig hebt sich diese im weitern Verlaufe von ihrem Inhalte ab und es wird dann derselbe von einem schmalen hellen Saume umzogen, von dem anfangs schwer zu

---

[1]) Scanzoni, Lehrbuch der Geburtshilfe. pag. 986. Wien 1855. — C. Rokitansky, Lehrbuch der pathol. Anatomie. Bd. II. pag. 187. Wien 1856.

sagen ist, ob er als der Ausdruck eines wirklichen Hohlraumes, oder blos als Folge einer optischen Täuschung angesprochen werden soll. So ungefähr verhält sich die Sache, wenn die Zellen bei einer Grösse von durchschnittlich 0,01 Mm. erst einzeln, dann immer allgemeiner eine lebhafte Theilung zu zeigen beginnen. (Taf. 2. Fig. 1.) Sie wachsen hierbei in der Regel erst etwas in die Länge und werden oval, worauf sie in der Mitte sich abschnüren, um schliesslich in zwei zu zerfallen; zuweilen sieht man sehr deutlich den dunkeln Inhalt in diesem Prozesse vorangehen. Ueberhaupt stellt sich derselbe von nun an immer deutlicher als Kern heraus, indem mit dem Wachsthum der Zelle der helle Raum zwischen ihm und der Zellmembran breiter wird und er selbst sich zu einer kugligen, fein granulirten, anfangs zwar noch etwas diffusen Masse zusammenballt, die aber durch Contraction immer mehr an Consistenz gewinnt und schliesslich mit deutlicher scharfer Contour von dem übrigen Zellraum sich absetzt. Es scheint somit dieser ganze Vorgang für eine Entstehung des Kernes durch Verdichtung des ursprünglichen Zelleninhaltes zu sprechen und ich stehe um so weniger an, eine solche anzunehmen, als sich später bei der Bildung des Kernkörperchens etwas ähnliches wiederholt. — Nach Eintritt der Theilung wachsen die Knorpelzellen ausserordentlich rasch fort, doch verlieren sie immer mehr ihre kuglige Bläschenform, indem sie sich abplatten und schliesslich zu hohlen, im Mittel 0,025—0,03 Mm. langen und 0,01 Mm. dicken Scheiben sich umwandeln. Dieselben sind von der Fläche gesehen nur selten rundlich, meist länglich und dabei eckig verzogen und besitzen in Folge der schwächern oder stärkern Runzelung ihrer Oberfläche ein bald helleres, bald dunkleres granulirtes Ansehen, während doch ihr Inhalt durchaus klar zu sein scheint. Ein Kern ist nicht immer deutlich, oft selbst gar nicht zu sehen; seine Grösse schwankt zwischen 0,0046 und 0,0068 Mm. (Taf. 4. Fig. 3, *a.*). Ursprünglich vollkommen rund zeigt er oft in schönster Weise alle möglichen Stadien der Theilung, indem er erst sich verlängert und dann in bekannter Weise in zwei zerfällt, worauf beide auseinandertreten und zu Mittelpunkten für zwei neue durch Theilung der alten entstehende Zellen werden. Es lässt dieser ganze Prozess sich mit solcher Schärfe und Klarheit durch alle Stadien hindurch verfolgen, dass ich mit grösster Bestimmtheit gegen die Annahme einer endogenen Zellenbildung mich erklären muss. — Eigenthümlich bei diesem Vorgang ist die Art und Weise, wie die jungen Zellen nebeneinander sich lagern. Ursprünglich sind sämmtliche Knorpelzellen gleich-

mässig und ohne irgend eine Andeutung von bestimmter Anordnung durch die ganze Grundmasse vertheilt; sobald aber die Abplattung derselben beginnt, stellen sie sich stets senkrecht auf die Längsachse des Knochens, mithin mit ihrer Fläche parallel dem künftigen Verknöcherungsrande. Ausserdem aber schieben nach der Theilung die neuen Zellen ihre Flächen übereinander, so dass sämmtliche Abkömmlinge einer ersten Zelle in eine einzige, oder aber in mehrere einander mehr oder weniger vollständig deckende und der Längsachse des Knochens gleichlaufende Reihen zu liegen kommen. Die Länge dieser Reihen wechselt zu sehr, als dass sich etwas Bestimmtes darüber sagen liesse; im Allgemeinen hängt sie von der Energie und von der Dauer des Vermehrungsprozesses ab. Bei Röhrenknochen, wo nur Eine Hauptachse vorhanden ist, wo die Verknöcherung, in der Mitte beginnend, gleichmässig nach den beiden Enden hin vorschreitet, sind diese Reihen ausserordentlich regelmässig und einander sämmtlich parallel; bei Knochen dagegen, wie z. B. den Wirbelkörpern, wo die Achsen von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausstrahlen, wo auch die Verknöcherung peripherisch von einem solchen aus sich verbreitet, sind dieselben weit unregelmässiger und radiär verlaufend. In beiden Fällen war dasselbe Gesetz wirksam, wenn auch gemäss der besondern Eigenthümlichkeit eines jeden das entstehende Bild ein sehr verschiedenes werden musste. Diese Gesetzmässigkeit giebt uns ein einfaches Mittel an die Hand, mit grosser Sicherheit nach Belieben die Flächen- oder Seitenansicht der Knorpelzellen zu erhalten; jene ist stets Produkt des Querschnittes, diese dasjenige des Längsschnittes aus dem Knorpel eines künftigen Röhrenknochens. Auf dem erstern stellen sich die Zellen in der beschriebenen Weise dar und liegen, einander mehr oder weniger deckend, in rundlichen, den einzelnen Reihensystemen entsprechenden Gruppen beisammen (Taf. 2. Fig. 2). Auf dem letztern dagegen bilden sie gemäss ihrer Scheibenform schmale, mehr oder weniger lange, reihenweise angeordnete Stäbchen, welche oft dadurch, dass sie nach dem einen Ende hin sich stark verschmälern, Keulenform darbieten (Taf. 2. Fig. 3); die Zellen derselben Reihe liegen dann stets sehr regelmässig abwechselnd mit dem dickern und dünnern Ende nebeneinander, so dass die gleichmässige Breite des sie trennenden Zwischenraumes gewahrt bleibt.

Dieses merkwürdige Phänomen rührt einfach davon her, dass vermöge der Tendenz zur Reihenbildung nach erfolgter Theilung die Zellen in entgegengesetzter Richtung sich ver-

grössern, und hierbei, während sie an einander vorbei wachsen, gegenseitig sich abplatten; zuweilen kommen die verschiedenen Stadien dieses Vorganges sehr schön nebeneinander zur Beobachtung. Im Uebrigen sind die Zellen durchaus dunkel, undurchsichtig, nicht selten selbst mehr oder weniger auffallend varikös; es kann indess, da sich sehr oft bei der Flächenansicht der Zelleninhalt als vollkommen klar und durchscheinend erkennen lässt, dieses ganze Verhalten nur von optischen Verhältnissen, nämlich von ungleicher Lichtreflexion in Folge von Runzelungen der Umhüllungsmembran herrühren. In sehr seltenen Fällen schimmert der Kern undeutlich durch.

In den peripherischen Theilen des Knorpels erreichen die Zellen niemals diese hohe Entwicklung, vielmehr bleiben sie immer klein, rundlich oder länglich und liegen unregelmässig durcheinander. Ihre Vermehrung geht ganz in der früher beschriebenen Weise vor sich, indem sie erst sich verlängern und dann sanduhrförmig einschnüren. (Taf. 4. Fig. 1. *d.*)

Was nun das Verhalten dieser Zellen chemischen Reagentien gegenüber anbetrifft, so ist vor Allem die grosse Widerstandsfähigkeit hervorzuheben, welche ihre Umhüllungsmembran bei der Behandlung mit nicht allzu concentrirten Mineralsäuren zeigt, indem sie selbst nach mehrstündiger Einwirkung von solchen nur sehr blass und durchsichtig geworden waren, durch Zusatz von etwas Wasser aber augenblicklich wieder dunklere und schärfere Umrisse erhielten. Eigenthümlicherweise lösten sie sich nunmehr mit grosser Leichtigkeit in Kali auf, was sie vorher nicht thaten. Ob hierbei ein demjenigen der Epitheliumplättchen ähnliches Aufquellen voranging, vermochte ich nicht zu entscheiden. Uebrigens gingen sie auch mit Säuren je nach dem Concentrationsgrade derselben früher oder später schliesslich ebenfalls in Lösung über. — Sehr wenig resistent dagegen verhielt sich der Kern, wo ein solcher schon vorhanden war, oder auf der jüngsten Stufe der Zelleninhalt überhaupt, indem er schon nach kurzer Zeit in den genannten Reagentien verschwand und sich auch durch nichts wieder zum Vorschein bringen liess. Essigsäure machte ihn schärfer hervortreten, wie sie überhaupt der ganzen Zelle schärfer und klarer umschriebene Gränzen verlieh. — Wasser schien mir weder auf die Zelle selbst noch auf ihren Inhalt einzuwirken, und konnte ich weder von Schrumpfung der Membran, noch von Coagulation des Inhaltes je das Geringste entdecken. Freilich ist hierbei zu bedenken, dass die Umhüllungsmembran ganz allgemein bereits eine Runzelung darbot, von der mir unbekannt blieb, ob sie nicht vielleicht als Folge der Chrom-

säureeinwirkung betrachtet werden muss, da frische Objecte mir nicht zu Gebote standen; indessen liesse sich dieselbe vielleicht eher als eine ursprüngliche deuten, da sie in den spätern Entwicklungsstadien der Zellen fehlte. Immerhin aber könnte letzteres auch von einer vermehrten Widerstandsfähigkeit herrühren, so dass es nicht gestattet ist, mit Sicherheit hieraus auf die frühern Stadien zurückzuschliessen.

Hand in Hand mit der beschriebenen Entwicklung der Zellen macht eine eigenthümliche Bildung der diese umlagernden Grundmasse sich geltend. Anfänglich ausserordentlich spärlich vorhanden, wächst dieselbe allmälig so an, dass sie an Menge je länger je mehr die zelligen Gebilde überwiegt, und sich diese trotz ihrer absoluten bedeutenden Vermehrung dennoch zu vermindern scheinen. Nur kurze Zeit werden letztere von jener eng umschlossen. Schon beim ersten Auftreten der Theilung macht sich zwischen beiden ein kleiner Hohlraum bemerklich, der nach und nach sich vergrössert. Somit erscheint die Zelle fortan in eine Höhle der Grundsubstanz frei eingelagert, aus der sie bei feinen Durchschnitten leicht herausfällt und isolirt erhalten wird, während jene sich als opake Stelle aus einer hellern Umgebung hervorhebt. Merkwürdig ist hierbei das Verhalten der nächsten Umgebung der Höhle. Während nämlich im Allgemeinen die Grundsubstanz ein trübes, fein punktirtes Ansehen darbietet, stellt sich diese als glänzendweisser, durchaus homogener, nach aussen diffus umschriebener Ring dar, der, anfänglich fast nur ein unbestimmter Schimmer, im Laufe der Zeit immer deutlicher hervortritt. Da bei der Vermehrung der Zellen zunächst durch Vergrösserung der Höhle für ihre Nachkommenschaft Raum geschafft werden muss, und hierbei die Wandungen derselben stets dieselben Eigenschaften beibehalten, so erklärt es sich leicht, wesshalb sämmtliche Abkömmlinge einer jeden Zelle von einem gemeinschaftlichen Ringe umschlossen werden. Unmittelbar nach dem Auseinandertreten der Theilungszellen lässt derselbe zwischen beide von seiner Innenfläche aus eine Scheidewand hereinwachsen, welche durchaus sich so wie er selbst verhält. Was sich übrigens so als Ring darstellt, ist nur der Durchschnitt einer die ganze Höhle umschliessenden Schicht, also einer Kapsel, welche durch eine Anzahl von Querwänden in einzelne Fächer abgetheilt wird, deren jedes ein durchaus abgeschlossenes Ganzes bildet und eine vollkommene Knorpelzelle enthält. Dieselbe füllt es ziemlich genau an, liegt aber doch nur sehr lose darin, so dass sie leicht herausfällt. Da die einzelnen Scheidewände nur dünn sind, so erhält der freie Schnittrand, wenn er gerade

durch eine solche Kapsel geführt wurde, durch die Ueberreste derselben ein oft ausserordentlich zierlich gezacktes Aussehen. Form und Grösse dieser Kapseln variirt natürlich bedeutend je nach der Zahl und Anordnung der eingeschlossenen Zellen. In Röhrenknochen sind sie im Allgemeinen lang gestreckt mit abgerundeten Enden, auf dem Querschnitt rundlich oder länglich und 0,04—0,06 und 0,07 Mm. im Durchmesser haltend, je nach der grössern oder geringern Tendenz der Zellen zur Bildung von nur einer, oder aber von mehreren Reihen.

Was die Deutung dieses eigenthümlichen Gebildes anbetrifft, so ist eine solche in verschiedener Weise versucht worden. Gegen die Ansicht, dass dasselbe als eigentliche, freilich erst secundär gebildete, Membran der Knorpelzelle zu betrachten sei, spricht die evidente Zellennatur des Höhleninhaltes zu deutlich, als dass noch nach andern Beweisen gesucht werden müsste; und ebenso widerspricht die Art und Weise ihrer Entstehung, so wie der gänzliche Mangel endogener Zellenbildung auf's entschiedenste dem Versuch, sie als mit der Grundsubstanz verschmolzene und verdickte Membran der Mutterzelle aufzufassen. Sie muss vielmehr als eine durchaus ausserhalb der Zelle liegende und der hyalinen Zwischensubstanz selbst angehörige Bildung betrachtet werden; und es entsteht somit vor allem die Frage, wie wir uns wohl ihr Auftreten zu erklären haben, womit auch die zweite nach ihrer eigentlichen Natur, ob sie Membran oder nicht, eng zusammenhängt. Von vornherein müssen wir das festhalten, dass sie nur in Verbindung mit der Höhle auftritt, dass sie fehlt, wo auch diese noch nicht vorhanden ist und später stets gleichmässig mit ihr sich entwickelt. Es scheint mir deshalb nicht zulässig, sie von der Auflagerung einer aus der Zelle ausgeschwitzten Substanz auf die innere Höhlenwand herzuleiten; denn wenn schon direkte Beobachtung zeigt, dass ihre erste Anlage in der Grundsubstanz selbst stattfindet, so lässt sich kaum begreifen, wie dieselbe Zelle, während sie durch Verflüssigung der sie umlagernden Grundsubstanz eine Höhlenbildung veranlasst, zu gleicher Zeit an der Stelle der verdrängten Masse die Ablagerung eines dieser in jeder Beziehung durchaus analogen Stoffes vermitteln sollte. Die enge Wechselbeziehung zwischen Höhle und Kapsel muss uns vielmehr darauf aufmerksam machen, ob nicht beide in ein und demselben aetiologischen Momente ihre Begründung finden, ja ob nicht vielleicht die eine sich als blosse Folge der andern ergiebt. Versuchen wir, ob uns die Auffindung eines solchen Momentes gelingt. Wenn wir auch nach dem jetzigen Stande unsrer Kenntnisse durchaus

nicht anzugeben vermögen, in wie fern die Zelle bei der Bildung des Hohlraums eine Rolle spielt, so ist doch immerhin das gewiss, dass der Schwund der Grundsubstanz zuerst in ihrer nächsten Umgebung beginnt und von hier aus peripherisch fortschreitet. Wir brauchen uns daher nur vorzustellen, dass hierbei die geschmolzene Masse statt überhaupt resorbirt und weggeführt zu werden, einfach aus der Nachbarschaft der Zelle zurückgedrängt und in die noch unversehrten Partieen der Grundsubstanz gleichsam eingeschmolzen werde, um eine sehr einfache Erklärung für die Entstehung der Kapsel und ihre fernere Entwicklung zu finden. Dieselbe würde demnach in einer einfachen nach aussen keineswegs membranartig sich abgrenzenden Verdichtung der Höhlenumgebung bestehen, und es lässt sich leicht begreifen, wie durch allmäliges Wachsthum der Höhle im Laufe der Zeit auch die Kapsel an Schärfe und Derbheit gewinnen muss.

Ebenso unterliegt die Beantwortung der Frage nach der Entstehungsweise der Scheidewände keiner Schwierigkeit, sobald wir zugeben, dass, um mich eines kurzen Ausdrucks zu bedienen, jene Schmelzkraft der Zelle nur auf eine gewisse Entfernung hin zu wirken im Stande ist. Von der Berechtigung dieser Forderung aber überzeugen wir uns sofort, wenn wir beobachten, wie, welches auch immer die Form der Zelle sein mag, der Abstand zwischen ihr und der Höhlenwand in der ganzen Peripherie stets ein durchaus gleichmässiger bleibt, wie er auch dann nicht gestört wird, wenn die Zelle, gleichviel ob in allen oder nur in einer Dimension, sich vergrössert. Diese scheint somit von einem gewissen Zauberkreise umschlossen zu sein, jenseits dessen sie keine Macht besitzt. Sobald daher die beiden neu entstandenen Zellen weit genug auseinander getreten sind, damit Partieen des sie scheidenden Höhlenraumes ausserhalb jenes Kreises fallen, so wird in diesen der ja fortwährend durch den ganzen Knorpel hindurch angestrebten Ablagerung von Grundsubstanz kein Hinderniss mehr im Wege stehen; sie wird vielmehr wirklich erfolgen und zwar wie bei der Kapsel in verdichteter Form. Als Produkt derselben entstehen Scheidewände, die in Folge der rundlichen Gestalt der Zellen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zu gleicher Zeit sich bilden können, sondern vom Umfang der Höhlenwand aus ringförmig, und nach innen scharf zulaufend gegen das Centrum vordringen, bis auch dieses dem Bereiche der Zellen entrückt ist. — Wir werden noch später Gelegenheit haben, Thatsachen zur Stützung dieser Theorie beizubringen, die, wenn ich auch weit entfernt bin, sie als nur irgendwie erwiesen hinstellen zu wollen, doch

immerhin denjenigen Anforderungen genügen möchte, welche an jede Hypothese gestellt werden müssen, dass sie nämlich die Thatsachen und Erscheinungen auf möglichst einfache Weise erklärt und weder mit diesen noch mit sich selbst in Widerspruch geräth.

Von den chemischen Eigenschaften der Grundsubstanz will ich hier nur ihr Verhalten starken Mineralsäuren und speziell Salpetersäure gegenüber hervorheben. Ein Schnittchen unter dem Mikroskope damit behandelt verliert augenblicklich sein punktirtes, opakes Ansehen und wird eigenthümlich weiss und durchscheinend; zugleich vermindert sich sein Volumen ganz auffallend; namentlich werden die Kapseln kleiner und ziehen sich bisweilen eng um die Zellen zusammen. Die ganze Masse zeigt einen ausserordentlichen Grad von Elastizität, indem sie durch Druck auf das Deckglas sich wohl ausbreiten lässt, bei Nachlass desselben aber sofort mit grosser Energie auf ihr früheres Volumen zusammenschrumpft. Es scheint mir zweifelhaft, welche Einwirkung der Säure diesen Erscheinungen zu Grunde liegt; die Annahme einer blossen Aufquellung möchte wohl kaum zur Erklärung hinreichen. Allmälig geht dann diese Elastizität verloren, indem die Grundmasse morscher und weicher wird, ja schliesslich sich vollständig löst und dadurch ein Mittel an die Hand giebt, auf einfache Weise die Knorpelzellen zu isoliren. Die Kapsel verhält sich hierbei durchaus gleich wie die übrige Masse und unterliegt zugleich mit ihr der Auflösung.

Wenn wir hiermit im Allgemeinen den Vorgang bei der Entwicklung des fötalen hyalinen Knorpels geschildert haben, so versteht sich fast von selbst, dass im gegebenen Falle Modi ficationen von untergeordneter Wichtigkeit vorkommen können. Namentlich ist der Zeitpunkt des Klarwerdens der Zellen dem Wechsel unterworfen; zuweilen haben dieselben schon sehr früh einen hohen Grad desselben erreicht und enthalten bereits einen schönen, scharf umschriebenen Kern, während sie in andern Fällen bei verhältnissmässig weit gediehener Entwicklung noch durchaus trüb und körnig auftreten. Ebenso erscheint die Kapsel auf derselben Stufe bald sehr schön und deutlich entwickelt, bald nur durch einen hellen Schimmer angedeutet. Worin der Grund dieses wechselnden Verhaltens liegt, vermögen wir natürlich nicht zu enträthseln.

Es wäre ein grober Irrthum, zu glauben, dass die geschilderte Entwicklung durch das ganze Knorpelskelett hindurch gleichmässig stattfände. Es geschieht solches nicht einmal im Bereiche eines und desselben, wenn auch noch so kleinen

künftigen Knochens, vielmehr ist sie durchaus von dem Zeitpunkte der Verknöcherung einer jeden Stelle abhängig und erscheint somit als ein die letztere vorbereitender Prozess. Es ist daher auch durchaus unrichtig, für einen ganzen Foetus, oder auch nur für einen einzelnen Knorpel von bestimmtem Alter die Grösse der Knorpelzellen in Zahlen angeben zu wollen, da solche immer nur für eine ganz beschränkte Stelle Gültigkeit haben. Um sich von der Richtigkeit dieses Satzes zu überzeugen, braucht man nur einen der Längsachse eines Knorpels parallelen Schnitt zu führen, wobei man die Zellen in den verschiedensten Entwicklungsstadien neben einander erhalten wird, je nachdem sie dem Verknöcherungsrande näher oder ferner liegen.

b. Verknöcherung des hyalinen Knorpels.

Wenn gleich, streng genommen, eine Scheidung der bisher besprochenen Vorgänge von den nunmehr folgenden nicht gestattet ist, wenn sie vielmehr continuirlich in einander übergehen, so liegt es doch im Interesse der Uebersichtlichkeit, letztere, als der Ablagerung der Kalksalze unmittelbar vorangehend und sie vorbereitend, in Verbindung mit dieser zu betrachten. — Auch hier sind es wiederum die Zellen, von denen der Prozess ausgeht, und es macht sich derselbe zunächst dadurch bemerklich, dass jene allmälig ihre abgeplatteten Formen verlieren und zu mehr oder weniger kugligen Gebilden sich aufblähen. Indem sich hierdurch die Runzeln ihrer Umhüllungsmembranen nach und nach ausgleichen, erhalten sie ein glatteres und pralleres Ansehen, und werden in Folge davon, proportional ihrer Aufblähung, klarer und durchsichtiger. Der Kern tritt nunmehr mit grosser Schärfe und Deutlichkeit hervor, und lässt auf's schönste die Vorgänge seiner Theilung, wobei er oft bis zur doppelten Länge auswächst, verfolgen. (Taf. 2. Fig. 4.) Sein Aussehen ist stets dunkel, oft körnig. Seine Grösse scheint gegen früher zugenommen zu haben und schwankt zwischen 0,0068—0,011 Mm. Hin und wieder hatte es den Anschein, als ob schon jetzt einzelne Zellen kleine Ausläufer in Form kurzer spitzer Stummelchen zu treiben begännen (Taf. 4. Fig. 3, *e*.), indessen konnte ich nicht volle Gewissheit darüber erlangen, dass diese nicht Folge der Unebenheiten auf der Oberfläche der Umhüllungsmembran waren. Es versteht sich, so zu sagen, von selbst, dass mit dieser Aufblähung der Zelle auch diejenige ihres Faches verbunden sein muss. Es wird dieses dadurch ebenfalls rundlich, kuglig, während zugleich die Kapsel nicht wenig an Schärfe und Be-

stimmtheit gewinnt und selbst nicht selten ganz deutlich doppelt contourirt erscheint, ohne aber eine Isolirung durch Salpetersäure zuzulassen. Aus der Lagerung der Zellen ergiebt sich, dass die Vergrösserung der Fächer vorzugsweise im Längendurchmesser stattfindet. Die höchsten Grade derselben habe ich immer vor der Bildung des ersten Knochenkernes angetroffen; Zelle und Fach zeigten sich zu fast vollkommen kugligen Gebilden aufgequollen (Taf. 2. Fig. 5; Taf. 4. Fig. 3, *f.*) und es war die zwischenliegende Grundsubstanz oft so sehr verdrängt, dass der ganze Knorpel fast nur noch aus einem weitmaschigen, von den Kapselwänden gebildeten Netzwerke bestand, in dem die gemeinschaftlichen grössern Kapseln spurlos verschwunden waren. Später findet solches nicht mehr in so exquisitem Grade statt; die einzelnen Kapseln bleiben, schon der grössern Menge der Zwischensubstanz wegen, isolirt; und die Zellen behalten bei der Seitenansicht ihre ursprüngliche Keulen- oder Stäbchenform, freilich mehr oder weniger aufgequollen, bei (Taf. 4. Fig. 3, *c.*). Im Allgemeinen schien mir dies bei Röhrenknochen in weit höherm Grade der Fall zu sein, als bei spongiösen, wie z. B. den Wirbeln.

Bei der nunmehr erfolgenden Ablagerung der Kalksalze gilt als erstes und fundamentales Gesetz, dass dieselbe zunächst nur in der Kapselwand und der die einzelnen Kapseln verbindenden Grundsubstanz stattfindet. In Folge davon erhält der erste Knochenkern die Struktur eines rundmaschigen, von groben, eckigen Kalkkrümeln gebildeten Gitterwerkes, worin die Zellen vollkommen frei eingeschlossen sind. Die weitern Vorgänge lassen sich indessen hier zu schwierig beobachten, als dass wir uns dabei länger aufhalten sollten, um so mehr, als sie in den Hauptzügen von den später viel schöner zu beobachtenden jedenfalls nicht abweichen. Wir wenden uns daher unmittelbar zu diesen selbst, also zu dem Verknöcherungsprozesse, wie er nach Bildung des ersten Knochenkernes auftritt. Röhrenknochen verdienen hierbei der grossen Regelmässigkeit in der Anordnung ihrer Elemente wegen entschieden den Vorzug vor spongiösen, wesshalb wir letztere auch nicht weiter berücksichtigen. Die Schnitte lassen sich an in Chromsäure erhärteten Präparaten leicht mit einem scharfen Scalpelle in gehöriger Feinheit erhalten und zwar sind diejenigen am belehrendsten, welche senkrecht auf den Verknöcherungsrand aus ihm und dem angrenzenden Knorpel erhalten wurden. Wir sehen hier sehr schön, wie vom Verknöcherungsrande aus allmälig vorschreitend die Ablagerung der Kalksalze in der gemeinsamen Kapselwand vor sich geht. Es werden hierdurch

Zacken gebildet, die, anfangs nur kurz, immer tiefer in den unversehrten Knorpel eingreifen, bis sie schliesslich einen vollständigen Ring um den einzelnen Zellenhaufen erzeugt haben, worauf mit dem zunächstliegenden derselbe Prozess sich wiederholt (Taf. 3. Fig. 1.). Meist unterscheidet sich die Kapselwand in doppelter Weise von der unveränderten Grundmasse; einmal schreitet sie meist in der Verknöcherung etwas voraus, und dann wird sie mit den Kalksalzen viel gleichförmiger imprägnirt, so dass sie sehr früh ein gleichartiges helleres Ansehen erhält, während dagegen in jener die einzelnen Kalkkrümel deutlich als dunkle feine, rundliche Kügelchen hervortreten, so dass sich also beide deutlich von einander absetzen. Ebenso lagert sich auf ihrer innern Fläche eine Schicht dunkler Kalkkrümel ab. Natürlich muss die nunmehr knöcherne Kapsel durchaus die Form der ursprünglich knorpligen besitzen. Was deren Inhalt anbetrifft, so macht sich vorerst in Bezug auf die Scheidewände ein doppeltes Verhalten geltend; sie verkalken entweder in durchaus gleicher Weise wie die Kapsel und dann behält jede Zelle ihr gesondertes Fach bei, oder aber sie werden resorbirt und dann kommen sämmtliche Zellen einer Kapsel in eine verhältnissmässig grosse, gemeinschaftliche Höhle zu liegen. Welches der häufigere Fall, lässt sich im Allgemeinen nicht sagen, indem bald der eine, bald der andere vorwiegt; ja sie finden sich selbst nicht allzuselten in ein und derselben Kapsel vereinigt, indem die Scheidewände theilweise resorbirt worden, theilweise aber stehen geblieben sind. Dieses führt stets zur Bildung ächter Knochenmasse, jenes dagegen prädisponirt offenbar zu rascher und unmittelbarer Entstehung von Markräumen. — Wichtiger und gewiss von ganz besonderem Interesse ist die Verfolgung der Veränderungen, welchen die Knorpelzellen selbst unterliegen. Während der Bildung der knöchernen Kapsel fahren sie einfach fort sich aufzublähen und erhalten somit, wo sie solches nicht schon besassen, neben rundlicher blasenförmiger Gestalt ein klareres, helleres Ansehen; der Kern tritt mit immer grösserer Schärfe hervor und wird ebenfalls klar in der Weise, dass sich sein dunkler Inhalt allmälig zusammenzieht und zuletzt in ein oder mehrere Kernkörperchen umwandelt. Mit dem früher beschriebenen der Kernbildung besitzt dieser ganze Vorgang die grösste Analogie. Die Grösse der Zellen ist verschieden, doch möchte sich dieselbe im Mittel wohl auf 0,01—0,016 Mm. Breite und 0,02 bis 0,025 Mm. Länge bestimmen lassen; diejenige des Kernes beträgt ziemlich constant zwischen 0,007—0,008 Mm. Nur wenige verhältnissmässig blähen sich zu vollkommenen Kugeln

auf und werden ganz klar; die meisten bleiben länglich und sehen dann in Folge zurückgebliebener Runzeln etwas körnig aus; ich habe mich auch hier nie überzeugen können, dass letzteres ausserdem durch die Beschaffenheit des Inhaltes bedingt worden wäre. Dies möchte im Allgemeinen der Zustand der Zellen in der ersten Kapselreihe sein (Taf. 4. Fig. 4, *a.*). Theilung der einzelnen Zelle ist in dieser Periode nur ausserordentlich selten, wird dagegen in der folgenden ganz allgemein. Es ist als grosse Ausnahme zu betrachten, wenn eine Zelle statt dessen bis zu der colossalen Grösse von 0,045$^{mm.}$ fortwächst, um ohne Zweifel zu einer Fettzelle sich umzugestalten, indem der Kern seitlich dieselbe ausbuchtend an die ausserordentlich zarte, etwas gerunzelte Zellmembran sich anlegt (Taf. 4. Fig. 4, *c.*). Während der Theilung gehen noch die letzten Spuren von Runzelung verloren und es sind die neu entstandenen Zellen durchaus prall und nur leicht granulirt. In all den Fällen, wo die einzelnen Zellen durch Verknöcherung ihrer Fächer isolirt wurden, sowie auch in einem Theile der Kapseln tritt diese Theilung nur spärlich auf oder bleibt selbst ganz aus. In den übrigen Kapseln dagegen geht sie mit solcher Energie vor sich, dass diese schon nach Kurzem mit kleinen, rundlichen oder eckigen Zellen wie vollgepfropft erscheinen. In diesem verschiedenen Verhalten wird ein wesentlicher Unterschied der fernern Entwicklung angebahnt; während nämlich im erstern Falle durch Ablagerung von Kalksalzen wirkliche Knochenmasse erzeugt wird, findet solches im zweiten nicht statt, vielmehr persistirt der Hohlraum als solcher, oder mit andern Worten, es hat die directe Umwandlung einer Kapsel in einen mit foetalen Markzellen gefüllten Markraum stattgefunden. Auf diese letztern werden wir noch später zurückkommen.

In dem Verknöcherungsprozesse ist es vor Allem die Zelle, welche als wichtigster Theil unsre Aufmerksamkeit erfordert. Ihr Aussehen ändert sich nur insofern, als sie, mag sie nun sich getheilt haben, oder nicht, allmälig eckiger wird (Taf. 4. Fig. 4, *b.*) und selbst einige kräftige, obwohl nur kurze Ausläufer treibt. Die Ausfüllung der Kapsel erfolgt von der Wand des Hohlraumes aus durch eine helle, ziemlich gleichartige, höchstens etwas streifige oder körnige Masse und ist eine bald vollständige, bald nur partielle. Ob ihr die Ablagerung eines weichen Blastems vorausgeht, liess durch die Beobachtung sich nicht entscheiden. Gewiss aber ist, dass die beschriebenen Zellen hierbei einfach fest eingebacken werden und anfangs in noch ganz unveränderter Form aus ihrer Umgebung sehr

deutlich hervorschimmern. Mit den eigentlichen Knochenkörperchen haben sie nur sehr geringe Aehnlichkeit, obgleich ihre weitere Entwicklung lehrt, dass sie die ersten Anfänge solcher sind. Bald indessen ändert sich das Bild in eigenthümlicher Weise, und zwar ist der Vorgang etwas verschieden, je nachdem Resorption der Scheidewände stattfand oder nicht. Da die verknöcherten Kapsel- und Scheidewände stets scharf von ihrer Umgebung sich unterscheiden, so erscheint im letztern Falle jede einzelne Zelle, oder wo sie sich theilte, je zwei Zellen von einem hellen, breiten, doppelt contourirten Ringe umzogen. In diesem tritt frühzeitig ein System radiär gestellter, je nach der Einstellung bald heller, bald dunkler Streifen auf, die von seiner innern zur äussern Oberfläche ziehen (Taf. 3. Fig. 4.). Ich glaube kaum, dass sie für etwas anderes, als für feine Kanälchen angesprochen werden können; um so mehr, als sich die Innenwand zwischen den einzelnen rundlich hervorwulstet, wodurch dieselbe wie mit Kerben besetzt erscheint. Sie bilden sich ganz bestimmt durchaus unabhängig von den morphologischen Theilen der Zelle, deren Ausläufer weder zahlreich genug sind, noch überhaupt ihrer Kürze wegen die Kapsel zu erreichen vermögen; sie aber als Porenkanälchen zu bezeichnen, verbietet der Umstand, dass sie ihre Entstehung keineswegs der eigenthümlichen Anordnung einer sich ablagernden Masse, sondern, indem sie erst secundär in einem durchaus compacten Gebilde auftreten, ohne Zweifel einem wirklichen Resorptionsprozesse verdanken, dessen nähere Vorgänge wir freilich weder zu verfolgen, noch in ihren ursächlichen Bedingungen zu erforschen vermögen. Mit der allmäligen Ausfüllung des Hohlraumes setzen sich diese Kanäle bis zur Zellenoberfläche fort, und zwar primär bei der Ablagerung der Kalksalze, somit als wirkliche Porenkanäle. — Wenn wir hier die Kanälchenbildung in einiger Entfernung haben beginnen, und von dort aus auf die Zelle eindringen sehen, so ist der Vorgang bei den frei in die allgemeine Ausfüllungsmasse einer Kapsel eingeschlossenen Zellen insofern anders, als hier die Kanälchen, dicht an der äussern Zellwand beginnend, peripherisch sich verlängern. In ziemlich gleichmässigen Abständen von einander umgeben sie die Zelle, anfangs in Form eines kurzen, zierlichen und feinen Strahlenkranzes, der allmälig sich verlängert, bis endlich die Strahlensysteme der einzelnen Zellen sich erreichen und durch Anastomose Verbindungen mit einander eingehen. Dichotomische Theilung eines Strahles kommt häufig vor. Also auch hier wieder Kanalbildung in einer soliden, festen Masse. Dass dieser Strahlenkranz durch Ausläufer

der Zelle hervorgebracht werde, glaube ich mit Bestimmtheit verneinen zu können. Mit Leichtigkeit lässt sich beobachten, dass solche in dieser Weise bei der Ablagerung der Kalksalze noch nicht vorhanden sind; dass sie aber, erst später entstehend, durch die dichte Knochenmasse sich durchbohren sollten, ist wohl kaum denkbar. Auch geht jener Kranz bei der Isolirung der Zellen mit Salpetersäure stets spurlos verloren. Wohl zu unterscheiden von diesen secundären Strahlen sind jene wenigen primären Ausläufer, welche die Zelle schon vor ihrer Verknöcherung besass und die durch grössere Derbheit und Breite in der Regel sich leicht von den andern unterscheiden lassen. Gern will ich zugeben, dass diese einigermaassen bestimmend auf die Richtung mancher von den secundären Kanälchen einwirken, ja dass sie selbst hin und wieder einmal noch eine Strecke in ein solches hineinwachsen. Immerhin aber scheinen sie nur von untergeordneter Bedeutung, wenn sie auch bisweilen, wie namentlich an den ganz gleich beschaffenen Zellen der osteogenen Schicht des Periostes, ziemlich lang und fein werden, ja selbst mit denjenigen benachbarter Zellen sich verbinden können, welches Verhältniss bei der Verknöcherung sich auch auf die entstehenden Knochenzellen mit überträgt.

Hiernach fände die Controverse über die Natur der Knochenkanälchen in sehr einfacher Weise ihre Erledigung, indem dieselbe in der That eine doppelte ist und eine besondere, mit der Zelle zusammenhängende Auskleidungsmembran in dem einen Falle sich vorfindet, in dem andern nicht. — Die Frage nach der Stellung dieses Kanalsystemes den Zellen gegenüber werden wir später zu erörtern haben. Es verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, dass häufig im Umkreise solcher in die Ausfüllungsmasse grösserer Kapseln frei eingeschlossenen Knochenzellen bei bestimmter Einstellung des Mikroskopes helle, diffuse Ringe auftreten, über deren Ursache ich mir nicht klar geworden bin, die aber ja nicht mit Kapselwänden verwechselt werden dürfen, mit denen sie durchaus nichts zu thun haben.

Die in der beschriebenen Weise gebildete Knochenmasse wird in der Regel so rasch resorbirt, dass es nur höchst selten gelingt, ihre weitern Umwandlungen zu beobachten. Wo man aber Gelegenheit hat, dies zu thun, ergiebt sich, dass allmälig die scharfe Gränze zwischen der Kapselwand und ihrer Umgebung erlischt, bis schliesslich nichts mehr davon zu sehen ist, vielmehr das Ganze ein homogenes, durch Verschwinden der einzelnen Kalkkrümel heller und durchscheinender gewor-

denes Ansehen erhält (Taf. 3. Fig. 3.). Die Knochenzellen verändern sich hierbei nur insofern, als ihr Strahlensystem weiter sich ausdehnt.

Die Aufsaugung der abgelagerten Kalksalze zeigt wenig Eigenthümliches. Sie geschieht stets von den bereits bestehenden ältern Markräumen aus und schreitet bald rascher, bald langsamer vor. Die Wände der Kapseln werden hierbei stellenweise durchbrochen, so dass diese also mit einander in offene Verbindung treten; im Allgemeinen scheinen jene länger als ihr Inhalt der Zerstörung Widerstand leisten zu können. Allmälig aber werden auch sie vollkommen resorbirt, und an die Stelle des Knochens tritt ein mit foetalem Marke gefüllter Hohlraum. Von Interesse ist es, zu erfahren, wie bei diesem Prozesse die Knochenzelle sich verhält. Schon Virchow hatte es ausgesprochen, dass bei der Verflüssigung des Knochens die Knochenkörperchen wieder frei und einer weitern Entwicklung fähig würden, und so schwierig die Sache auch zu verfolgen ist, so glaube ich doch hier ebenfalls ein Gleiches, wenn nicht als absolut gewiss, doch wenigstens als in hohem Grade wahrscheinlich annehmen zu müssen. Wenigstens lässt sich häufig beobachten, dass der Markraum nicht einfach seine Begränzungswände auffrisst, sondern dass vielmehr der Resorptionsprozess durch grössere Knochenpartien hindurch zu gleicher Zeit sich geltend macht. Hierbei werden diese, wahrscheinlich in Folge von Verarmung an Kalksalzen, blässer und durchscheinender, die in ihnen vorkommenden Kanälchen aber bedeutend erweitert; namentlich tritt im Umkreise einer jeden Knochenzelle ein allmälig sich vergrössernder Hohlraum auf, so dass dieselbe schliesslich durchaus frei in eine Höhle zu liegen kommt, aus der sie selbst häufig herausfällt. Von Wichtigkeit ist hierbei, dass sie noch durchaus die Grösse und Gestalt besitzt, wie wir sie vor ihrem Einschluss in die Knochenmasse kennen gelernt haben, und keinerlei Ausläufer in die Knochenkanälchen schickt, welche vielmehr sehr deutlich von dem sie umgebenden Hohlraume ausgehen. Es muss dieser Umstand gewiss sehr zu Gunsten der oben ausgesprochenen Ansicht über die Natur derselben sprechen, da sich wohl nicht annehmen lässt, dass etwa vorhanden gewesene Ausläufer der Zelle so rasch und namentlich so spurlos mit aufgesogen worden seien. Bei fortschreitendem Schwund der Grundmasse werden diese Höhlen allmälig eröffnet, wovon man am freien Resorptionsrande oft verschiedene Grade antrifft, bis schliesslich die ursprüngliche Knochenzelle wieder vollkommen frei geworden ist. Sie unterscheidet sich dann in keiner Weise von den

noch eingebackenen; von den prallen und wohlgerundeten Markzellen aber dadurch, dass ihre Membran runzlich und uneben aussieht, kurz Spuren einer auf sie abgelagerten körnigen und wieder entfernten Masse an sich trägt. Es muss somit die Vermuthung nahe liegen, dass sie allmälig ihren frühern Turgor wieder gewinne, um in ihrer weitern Entwicklung derjenigen ihrer direkt zu foetalen Markzellen gewordenen Schwestern sich anzuschliessen. Dass solches nicht nothwendig bei allen stattfinden müsse, dass vielmehr manche, die vielleicht allzuhart mitgenommen wurden, zusammt der allgemeinen Grundmasse untergehen können, versteht sich wohl von selbst.

Nachdem wir so die ursprüngliche Knorpelzelle durch eine Reihe eigenthümlicher Entwicklungsstufen hindurch bis in den Markraum verfolgt haben, lohnt es sich wohl der Mühe, die weitern Veränderungen, welche sie hier erleidet, wenigstens einer kurzen Beachtung zu würdigen. Wir haben bereits erwähnt, dass der Ursprung der Markräume doppelter Natur ist, indem die einen unmittelbar aus den Kapseln durch sehr rasche Vermehrung ihrer Zellen, die andern erst nachträglich durch Resorption der neugebildeten Knochenmasse entstehen; man hat jene als primäre von diesen als secundären unterschieden. — Die Vermehrung der Zellen geschieht, wie schon früher im Knorpel so auch hier, blos durch Theilung, wobei der Kern stets vorangeht. Dieselben sind entweder rundlich oder weit häufiger länglich und in mannigfacher Weise eckig verzogen, dabei meist leicht granulirt und prall gefüllt; ihre Membran scheint derber und fester als diejenige der frühern Knorpelzellen geworden zu sein. Ihre Grösse variirt anfangs zwischen 0,016—0,025 Mm. Länge und 0,01—0,016 Mm. Breite. Eigenthümlich ist die Lage des Kernes, welcher nur ausnahmsweise die Mitte der Zelle einnimmt, sondern in der Regel an dem einen Ende ihres längsten Durchmessers dicht an ihrer Wand anliegt. Derselbe ist meist rund, von hellem, eigenthümlich körnigem Ansehen und etwa 0,008 Mm. gross. Im weitern Verlaufe der Theilung werden die Zellen in der Grösse ungleicher, namentlich viele kleiner; doch erstreckt sich solches nicht zugleich auf den Kern, der seine gleiche Grösse beibehält, ja selbst allmälig noch wächst. Oft schreitet derselbe in der Theilung derjenigen seiner Zelle so rasch voran, dass diese ihm nicht zu folgen vermag. Man findet dann vier und noch mehr Kerne in Einer Zelle, deren Membran in eine entsprechende Anzahl von Lappen sich abschnürt; dies kann bereits so weit gediehen sein, dass die einzelnen Lappen, deren jeder einen Kern enthält, nur noch mit schmaler Basis zusammen-

hängen. Hierbei ist indessen zu erinnern, dass später durch Verschmelzung von Zellen oft sehr ähnliche Formen erzeugt werden. — Mit der Zeit tritt immer deutlicher die Tendenz zum Auswachsen hervor; die Ecken ziehen sich anfangs zu kurzen Stummelchen aus, die schliesslich zu mehr oder weniger langen, blassen Ausläufern sich verlängern (Taf. 4. Fig. 5.). Dieselben besitzen die verschiedenartigsten Formen, sind bald faden-, bald bandförmig und können sich in sehr wechselnder Manier verzweigen. Es würde zu weit führen, hier auf ihre weitere Entwicklung näher einzugehen und es genügt zu bemerken, dass sie den sternförmig ausgewachsenen Zellen des jungen Bindegewebes in so hohem Grade gleichen, dass sie davon in keiner Weise sich unterscheiden lassen. Wir haben es auch, wie keinen Augenblick bezweifelt werden kann, hier wirklich mit der Entstehung von Bindegewebe zu thun, und es lässt sich dieselbe um so schöner verfolgen, als die Zellen, durchaus frei, von keinerlei Zwischensubstanz zusammengehalten werden. Der Kern vergrössert sich in der Regel sehr bedeutend und wird schliesslich von einer hellen und glänzenden Membran umschlossen, welche der Zellmembran durchaus analog ist und nicht selten, wenigstens stellenweise, selbst mit ihr zu verschmelzen scheint; sein Hohlraum besitzt ein helles, ziemlich grosskörniges Aussehen und setzt sich häufig in die Fortsätze der Zelle fort. Schon dies, sowie auch die weitere Entwicklung spricht dafür, dass jedenfalls sehr viele dieser Zellen zur Gefässbildung verwendet werden, während die übrigen einfach zu lockerm Bindegewebe und zu Fettzellen sich umwandeln. Nach den oberflächlichen Untersuchungen, die ich darüber angestellt habe, geschieht solches auf doppelte Weise, theils durch Verschmelzung der Zellmembranen, theils durch Verbindung vermittelst der Ausläufer; doch vermag ich über das Nähere dieser Vorgänge keine Auskunft zu ertheilen. — Auffallend bleibt die Menge der Blutkörperchen, welche sich zuweilen in den Markräumen noch lange vor der Bildung von Gefässen vorfindet; und wenn es auch möglich, ja sogar wahrscheinlich ist, dass dieselben blos von anderwärts eingedrungen sind, so wird doch durch den Umstand, dass neben den Zellen oft sehr zahlreiche, ihren Kernen durchaus in Grösse und Gestalt analoge, kernartige Gebilde vorkommen, von denen die allmäligsten Uebergänge, namentlich auch in Beziehung auf die Abplattung, bis zum fertigen Blutkörperchen sich vorfinden, die Frage gerechtfertigt, ob nicht vielleicht zwischen beiden ein genetischer Zusammenhang stattfinde. Meine in dieser Richtung angestellten Forschungen haben zu keinem Resultate geführt.

2. Vorgänge im spätern Alter.

a. Entwicklung des hyalinen Knorpels.

Nachdem wir im Vorhergehenden den hyalinen Knorpel eine Reihe eigenthümlicher, continuirlich in einander übergehender Veränderungen haben durchlaufen sehen, welche erst mit der Verknöcherung ihren Abschluss erreichten, dürfen wir denselben wohl kaum für etwas anders, als für ein blos provisorisches, in fortwährender Umwandlung begriffenes Gebilde halten. Wir können somit auch nicht erwarten, in dem, was man nach der embryonalen Periode mit diesem Namen bezeichnet, ein typisch fertiges Gewebe zu finden; vielmehr müssen wir von vornherein vermuthen, dasselbe in sehr verschiedener Gestaltung auftreten zu sehen, je nachdem es seiner Umwandlung zu Knochengewebe näher oder ferner steht. In der That lässt sich auch jedesmal nachweisen, dass wir es nur mit einer der beschriebenen, freilich mannigfach modificirten Entwicklungsstufen zu thun haben. Je später die Verknöcherung eintritt, um so länger werden natürlich die ihr vorangehenden Perioden, um so chronischer wird der anfangs so acut verlaufende Prozess. Auch kann es uns nicht befremden, denselben im Laufe der Zeit gleich andern Entwicklungsvorgängen in seinen typischen Erscheinungen allmälig zurücksinken und in einer von der ursprünglich gesetzmässigen immer mehr abweichenden, ja schliesslich scheinbar durchaus verschiedenen Form auftreten zu sehen. Für das Verständniss ist es offenbar von grösstem Vortheil, diesen ganzen Verlauf an ein und derselben Stelle verfolgen zu können. In dieser Beziehung habe ich als ausserordentlich günstiges Object die hyalinen Knorpelscheiben der Schambeinsymphyse kennen gelernt, zumal hier die Verknöcherung, nur in Einer Richtung fortschreitend, sich durchaus wie in Röhrenknochen verhält. Ihnen sind daher auch die in Folgendem mitgetheilten Thatsachen vorzugsweise entnommen, obgleich ich nicht versäumt habe, durch zahlreiche anderweitige Beobachtungen mich von der allgemeinen Gültigkeit derselben zu überzeugen.

Was bei Vergleichung von älterem hyalinem Knorpel mit jüngerem vor Allem auffällt, ist das allmälig zunehmende Ueberwiegen der Grundmasse über die zelligen Gebilde, wodurch es den Anschein erhält, als ob er an erstern verarme. Ein doppeltes Verhältniss bedingt den Grund dieser Erscheinung; es besteht darin, dass einerseits fortwährend zwischen den Zellen

die Ablagerung der allgemeinen Grundsubstanz stattfindet, wodurch sie also auseinandergedrängt und auf einen grössern Raum vertheilt werden, und dass andrerseits der Theilungsprozess selbst erlahmt, somit eine jede Zelle eine viel geringere Nachkommenschaft erzeugt, als sie es früher wohl gethan hätte. Die Verarmung ist also keineswegs eine absolute, sondern nur eine relative, und eine wirkliche Verminderung der Zellen durch Verschmelzung oder durch vollständige Zerstörung kommt ganz bestimmt nicht vor.

Die Knorpelzellen selbst anbetreffend, so erleiden sie in all den Fällen, wo sie lange auf der foetalen Stufe zu verweilen haben, eine eigenthümliche Umwandlung, wie sich sehr leicht an den innersten Partien der Symphyse und in ausgedehntem Maasse im sogenannten permanenten Rippenknorpel beobachten lässt. In jenen zeigten sie bei einem Fötus von 9 und einem solchen von 12$^{dm.}$ Länge sich erst wenig verändert. Dicht zusammenliegend waren sie meist rund, 0,006-0,008$^{mm.}$ gross und schienen einen dunkelkörnigen Inhalt zu besitzen, der erst bei wenigen von der Zellmembran sich zurückgezogen hatte. Theilung war nur vereinzelt hin und wieder zu bemerken, und fand auch später in geringem Grade statt, während die Zellen allmälig klarer wurden und scharfe dunkle Contouren erhielten. So fand ich sie in der Symphyse der Neugebornen nur noch wenig getrübt und 0,0046-0,0068$^{mm.}$ gross, dazwischen einzelne stäbchenförmig bis zur Länge von 0,228$^{mm.}$ und darüber ausgewachsen. Ueberhaupt nimmt die Neigung zum Auswachsen immer mehr überhand uud bedingt, je nachdem dasselbe nur nach Einer oder aber nach verschiedenen Richtungen stattfindet, die verschiedensten und bizarresten Formen von den einfach eckig verzogenen, namentlich dreieckigen, bis zu den dreispitzigen, keulenförmigen, spindelförmigen u. s. w. (Taf. 5. Fig. 1 u. 2). Wenn, wie es häufig geschieht, diese Ausläufer beträchtliche Länge erreichen, so sind sie nur selten gerade, sondern meist gekrümmt, selbst mehrfach hin und her gebogen. Offenbar hängt dieses ganze Verhalten mit der Theilung zusammen und wiederholt, freilich mit eigenthümlicher Abänderung, was wir schon früher bei der fötalen Zelle gesehen haben, dass sie nämlich zuvor sich verlängert. Im übrigen sind die Zellen, namentlich im Rippenknorpel, meist seitlich stark abgeflacht, leicht granulirt und enthalten in der Regel ein oder zwei und dann an den entgegengesetzten Polen liegende, grössere oder kleinere, bläulich schimmernde und von dunklem Saume umgebene Kügelchen (Fett?). Mit Millon'schem Reagens gekocht werden sie schwach,

aber deutlich roth; durch Salpetersäure isolirt blähen sie sich mit Kali stark auf und werden sehr blass, selbst fast unsichtbar. Ein Kern lässt sich häufig schwer oder gar nicht unterscheiden; derselbe liegt in dem weitesten Theile der Zelle, besitzt ein gleichmässig graulich trübes Ansehen und wird bisweilen, wenn jene zur Theilung sich anschickt, doppelt angetroffen. Auch hier macht sich die eigenthümliche Tendenz der Zelle geltend, ihre grössern Durchmesser dem Qerschnitte des Knorpels mehr oder weniger parallel zu stellen. — Durch die der wirklichen Theilung vorangehende Einschnürung wird die Zahl der geschilderten Zellenformen noch bedeutend vermehrt; indessen möchte, um eine Vorstellung davon zu erhalten, etwas Phantasie bessere Dienste leisten, als die sorgfältigste Beschreibung. Nur selten sind die beiden Theilungszellen einander ähnlich, häufig sogar durchaus verschieden gestaltet, indem z. B. aus einer einseitig ausgewachsenen Zelle mit endständigem Kern eine rundliche und eine der primären mehr oder weniger ähnliche entsteht. Welches übrigens auch ihre Form sein mag, so liegen die beiden Schwesterzellen stets mit dem dickern Ende einander gegenüber, da eine Verschiebung hier noch nicht vorkommt.

Später geht die Tendenz auszuwachsen immer mehr verloren und im Verlaufe der Theilung werden die Zellen wieder kleiner und gleichmässig rundlich oder länglich. So besitzen sie im Rippenknorpel des Erwachsenen vorzugsweise die erstere Form bei einer constanten Grösse von 0,00684$^{mm.}$; der meist helle Inhalt zeigt nur selten einen runden 0,00228$^{mm.}$ grossen Kern. In der Symphyse des Erwachsenen habe ich einen solchen nie auffinden können; vielmehr bildeten die Zellen durchaus klare, scharf begrenzte, nur selten eckig verzogene, aber häufig längliche Bläschen, deren Breite zur Länge sich im allgemeinen wie 0,0023 - 0,0046 zu 0,0068 - 0,016$^{mm.}$ verhielt (Taf. 5. Fig. 4).

Wo, wie in der Symphyse des Neugebornen, der Verknöcherungsprocess mit Lebhaftigkeit vor sich geht, regt er in den ihm nahe liegenden Knorpelpartieen eine rege Zellenvermehrung an, in deren Gefolge die von früher her bekannten Erscheinungen stärkster Abplattung und eigenthümlicher Anordnung auftreten. Letztere findet indess keineswegs mehr in so exquisitem Grade statt, und es werden weniger Zellenreihen als vielmehr Zellenhaufen erzeugt. Der erste Anfang hierzu giebt sich darin zu erkennen, dass die bisher unordentlich in der Grundsubstanz liegenden Zellen allmälig mit ihrer Längenachse eine derjenigen des Verknöcherungsrandes parallele Rich-

tung einnehmen. Zugleich werden sie durch die Abplattung zu dünnen Schüppchen von oft nur 0,0023 mm. Dicke, die von der Kante gesehen das Ansehen dunkler, oft variköser, zuweilen an einer Stelle kolbig aufgetriebener, gerader oder verbogener Stäbchen darbieten, und ihren zelligen Charakter so wenig verrathen, dass es nicht auffallen kann, wenn dieselben häufig bloss für coagulirten Zelleninhalt gehalten wurden. Von der Fläche aus sind sie dagegen klar, in der Regel länglicheckig, und lassen mehr oder weniger deutlich einen Kern von etwa 0,007 mm. hervortreten, während sie selbst bei ungefähr halb so grosser Breite eine Länge von 0,014-0,023 mm. besitzen. Von den ihnen analogen Zellen des embryonalen Knorpels unterscheiden sie sich hauptsächlich durch geringere Frische und Vollsaftigkeit; wie denn auch die Kapsel mit ihren Höhlen und Scheidewänden so wenig entwickelt ist, dass sie oft scheinbar ganz fehlt und man Mühe hat, in den dichtgedrängten Zellenhaufen die einzelnen Individuen von einander zu unterscheiden. — Der sich vermindernden Energie des Verknöcherungsprozesses proportional tritt auch die Entwicklung der Knorpelzelle zurück. Die einzelnen Zellenhaufen werden immer sparsamer und ärmer an Individuen, bis sie endlich (bei der Symphyse im Erwachsenen) ganz geschwunden sind und die Zellen in ihrer ganz foetalen Form an den Verknöcherungsrand herantreten. — Wir finden also auch hier das früher aufgestellte Gesetz bestätigt, dass eine, vom Zwecke der Knochenbildung unabhängige, selbstständige Entwicklung der Knorpelzelle nicht vorkommt.

Noch bedarf die Knorpelhöhle nebst der sie umschliessenden Kapsel unsrer ganz besondern Aufmerksamkeit, da beide durch ihr Verhalten zu Irrungen Veranlassung gegeben haben. Erstere lässt zwar in ihren ersten Anfängen schon mit dem Beginn der Zellentheilung sich nachweisen, bleibt aber längere Zeit so unbedeutend, dass die Bildung einer Kapselwand sich kaum durch einen unbestimmten Schimmer verräth, und auch nach der Theilung zwischen die auseinandergetretenen Zellen ganz gewöhnliche Grundsubstanz sich ablagert. Ihre Gestalt richtet sich im allgemeinen nach derjenigen der Zelle und ist mithin nach dem früher Gesagten sehr verschieden, rundlich oder aber mehrentheils eckig und lang gezogen. — Später indess schreitet sie in ihrer Entwicklung so rasch vorwärts, dass sie bald an Volumen dasjenige der eingeschlossenen Zelle bedeutend, selbst um das Mehrfache übertrifft. Häufig bildet sie dann in Folge mehrfach eingetretener Theilung der Zellen lange, kanalartige, oft verschiedenartig gewundene und durch

Scheidewände quer abgetheilte Gänge, welche dadurch zu Stande kommen, dass eben vor ihrer Abplattung die Zellen keine Neigung haben sich in Reihen zu ordnen, sondern nach der Theilung einfach seitlich auseinandertreten und hierdurch die stätige Vergrösserung der Höhle in ihrem Längendurchmesser bewirken. Von einer wirklichen Kapsel kann trotz der bedeutenden Höhlenbildung kaum noch die Rede sein, vielleicht weil bei dem langsamen Gange des ganzen Prozesses Zeit genug zur vollständigen Entfernung der geschmolzenen Masse vorhanden ist, und auch die Scheidewände differiren fast nicht von der allgemeinen Grundsubstanz; doch lassen sich meistens um die einzelnen Zellengruppen herum die Umrisse der frühern, erweiterten und grösstentheils wieder ausgefüllten Höhle erkennen (Taf. 5. Fig. 3). Eine Kapselwand beginnt eigentlich erst von der Zeit an im Umkreise einer jeden Zelle mit Bestimmtheit aufzutreten, wo diese zu ihrer ursprünglichen, rundlichen Form zurückgekehrt ist. Nun aber gewinnt sie rasch an Schärfe und grenzt sich nach aussen ab, bis sie endlich mit doppelter Contour membranartig hervortritt und ganz das Ansehen einer Zelle erhält, worin die eigentliche Zelle sich wie ein Kern ausnimmt (Taf. 5. Fig. 4). Zugleich hat sie jetzt so sehr an Consistenz und Festigkeit gewonnen, dass sie der Einwirkung der Säure beträchtlichen Widerstand zu leisten vermag und sich durch solche wirklich isolirt erhalten lässt. Umschliesst sie, wie es ja öfter geschieht, mehrere Zellen, so giebt sie das täuschend ähnliche Bild einer Mutterzelle, wie sie denn auch häufig als solche aufgefasst worden ist. Die Verfolgung ihrer Entwicklung, so wie derjenigen ihres Inhaltes offenbart indessen allzudeutlich ihre eigentliche Natur, als dass wir darüber noch irgendwelchen Zweifel hegen könnten. Hat die Säure längere Zeit gewirkt, so löst auch sie sich auf und lässt die Zelle frei zurück. — Oft compliciren sich im älteren Knorpel die Verhältnisse dieser Kapsel in eigenthümlicher Weise. Indem nämlich nach der Theilung die Zellen sehr weit auseinander treten, wird nach dem früher Gesagten der Grundsubstanz die Möglichkeit geboten, sich zwischen ihnen in solcher Menge abzulagern, dass sie der Verdichtung, welche ja nur bis auf eine gewisse Tiefe stattfindet, theilweise entgeht, und so die ursprüngliche Kapsel mit gewöhnlicher Grundsubstanz mehr oder minder erfüllt erscheint. Ja es scheint eine solche Ablagerung selbst auf der ganzen Innenfläche der Kapsel stattfinden zu können, wodurch dann diese auseinandergedrängt und die eingeschlossene Zelle veranlasst wird, sich eine neue Kapselwand zu bilden, welche dann von

der ersten, nunmehr ganz in gewöhnliche Grundmasse eingebetteten, in grösserer oder geringerer Entfernung umgeben wird. Wo solches sich wiederholt, können selbst zwiebelartig schaalige Gebilde entstehen, die, wenn die Zelle excentrisch gestellt war, nur den einen von ihr abgewendeten Theil der ursprünglichen Kapsel erfüllen. Es liegt auf der Hand, dass diese verschiedenen Momente in der verschiedensten, zu den mannigfachsten Formen führenden Weise sich combiniren können; und sie namentlich sind es gewesen, welche die Lehre von der endogenen Vermehrung der Knorpelzellen begründeten. Weitaus am ausgezeichnetsten und täuschendsten sind die durch sie im Rippenknorpel bedingten Gebilde und dies umsomehr, als sie durch Säuren sich äusserst leicht isoliren lassen (Taf. 5. Fig. 6). Zu erwähnen ist noch, dass auch diese Kapseln häufig seitlich abgeflacht angetroffen werden, namentlich die äussere, während dagegen die innerste, die Zelle unmittelbar umschliessende, fast immer kugelig zu sein scheint.

Ueber die Grundsubstanz selbst ist nur Weniges zu sagen; anfänglich durchscheinend und fein punktirt, büsst sie diese Eigenschaften, je älter sie wird, immer mehr ein und erhält ein trübes, körniges, selbst streifiges Ansehen. Hierbei nimmt ihre Widerstandsfähigkeit gegen zerstörende Einflüsse immer mehr zu, so dass ihre Auflösung immer längere Zeit und concentrirtere Mineralsäuren erfordert. — In chemischer Beziehung will ich noch bemerken, dass sie, so oft ich darauf prüfte, mit dem Millon'schen Reagens stets Proteinreaction lieferte. Ein älterer Rippenknorpel löste sich sogar in Salzsäure mit tief violetter Färbung auf, während sein Auszug mit concentrirter kochender Essigsäure von gelbem Blutlaugensalz in weissen Flocken gefällt wurde, welche beiden Reactionen ebenfalls auf das Vorhandensein einer Proteinsubstanz schliessen lassen.

Endlich bleibt noch eine Erscheinung zu erwähnen übrig, die häufig im hyalinen Knorpel zur Beobachtung kommt, nämlich das Auftreten der sogenannten Knorpelkanäle. Die ihrer Bildung vorangehenden Prozesse sind insofern interessant, als sie den die Verknöcherung vorbereitenden in hohem Grade ähnlich sind. Sie kündet sich nämlich ebenfalls durch lebhafte Zellenvermehrung mit dadurch bedingter Kapselbildung, reihenförmiger Anordnung der Zellen und nachfolgender Aufblähung an. Durch Schmelzung der Zwischenwände fliessen die einzelnen Kapseln zu gemeinschaftlichen, an der Knorpeloberfläche sich eröffnenden, kanalartigen Räumen zusammen, in denen die Knorpelzellen ganz ähnliche Umwandlungen er-

leiden, wie wir sie in den fötalen Markräumen kennen gelernt haben, oder auch häufig zu grossen zartwandigen Fettzellen sich entwickeln. — Indem diese Kanäle allmälig von Blutgefässen durchzogen werden, kann ihre Bedeutung keine andere sein, als diejenige, die innern Knorpelpartien mit dem zu ihrer fernern Entwicklung nöthigen Ernährungsmaterial zu versorgen. Daher erklärt es sich auch, dass sie vorzugsweise in den zur Verknöcherung bestimmten auftreten, da wir ja von den übrigen gesehen haben, dass sie auf ihrer niedrigen Bildungsstufe stehen bleiben, also auch keiner reichlichen Zufuhr von Säften bedürfen. Ihr Einfluss auf den Gang der Verknöcherung ist somit nur ein mittelbarer, obwohl allerdings kein unwesentlicher. — In ganz jungen Knorpeln kommen sie nicht vor, wahrscheinlich weil diese ihrer Kleinheit und Weichheit wegen ohnediess von den Ernährungssäften hinlänglich durchtränkt werden.

b. Verknöcherung des hyalinen Knorpels.

Die Modificationen, denen wir im Laufe der Zeit die den Verknöcherungsprozess vorbereitende Entwicklung des Knorpels haben unterliegen sehen, sind natürlich auch auf ihn selbst von entscheidendem Einflusse, und es entfernt sich derselbe schliesslich in der That so weit von dem ursprünglichen Typus, dass man ohne die vermittelnden Uebergangsstufen Mühe hätte, ihn darauf zurückzuführen.

Der wirklichen Ablagerung der Erdsalze geht auch hier Aufblähung der zelligen Gebilde, verbunden mit bedeutender Vergrösserung ihrer Höhle, unmittelbar voran, und es ist auffallend, wie scharf meistentheils die hiervon befallene Partie von dem übrigen Knorpel sich absetzt. Zuweilen lässt sie sich schon makroskopisch als heller Saum unterscheiden. In Folge davon erhält der Knorpel ein von seinem frühern durchaus verschiedenes Ansehen. Die schüppchenförmigen Zellen, welche, wie wir oben sahen, so dicht in kleinen Haufen zusammengedrängt lagen, dass die Unterscheidung der einzelnen oft mit einiger Mühe verbunden war, werden allmälig voller, ihre zellenartige Natur tritt zusehends hervor, und es geschieht selbst nicht allzuselten, dass sie zu fast kugeligen Bläschen sich umwandeln, welche, obschon sie meist ganz klar, höchstens leicht granulirt sind, einen Kern doch nur ausnahmsweise deutlich erkennen lassen. In noch höherm Grade erfolgt die Vergrösserung der Hohlräume, so dass sie an Durchmesser denjenigen ihrer Zellen meist beträchtlich übertreffen. In Uebereinstimmung damit tritt die Kapsel mit ihren Scheidewänden immer deutlicher doppelt contourirt her-

vor und gewinnt selbst häufig so sehr an Dichtigkeit, dass sie durch Mineralsäuren bald in ihrer Totalität, bald nur theilweise sich isoliren lässt. Das Volumen des frühern Zellenhaufens ist durch diesen Prozess natürlich um das vielfache vermehrt worden. Zuweilen trifft man seine Aufblähung erst an dem dem Knochenende zugekehrten Ende vollendet, an dem ihm entgegengesetzten aber kaum noch beginnend. Wo, wie in ganz jungen Symphysen, die Knochenbildung lebhafter vor sich geht, liegen diese Kapseln so dicht zusammen, dass sie nur durch geringe Mengen der allgemeinen Grundsubstanz getrennt werden und ihre länglich rundlichen Gestalten sich gegenseitig zu mehr oder weniger eckigen abplatten. Dem oberflächlichen Blicke stellt sich dann der ganze Knorpel fast nur wie ein grobmaschiges Netzwerk dar, aus dem an dünnen, besonders trockenen Schnitten fast sämmtliche Zellen herausgefallen sind, und sich die leeren Fächer als opake, an der einen Seite etwas dunkler schattirte Stellen von den hellen, glänzenden Scheidewänden unterscheiden (Taf. 6. Fig. 1). — Später bewirkt die grössere Menge der Grundsubstanz einerseits, und die geringere Zahl der Zellen andrerseits, dass die einzelnen Kapseln immer weiter auseinanderrücken und in Folge davon ihre meist länglich rundliche, zuweilen ausserordentlich lang ausgezogene Gestalt beibehalten. Hierdurch werden sie grossen Mutterzellen oft ausserordentlich ähnlich, zumal sie auch leicht isolirbar sind. Ihr längster Durchmesser steht stets senkrecht zum Verknöcherungsrande, was in den früher besprochenen Verhältnissen der Zellenanordnung begründet ist. Mit der Zeit werden sie immer kleiner und gehen schliesslich mit der Abplattung der Zellen als dem Verknöcherungsrande eigenthümliches Gebilde ganz verloren. Wenn es in diesen letzten Stadien zuweilen geschieht, dass sie abweichend von früher mit dem grössern Durchmesser dem Knochenrande parallel liegen, so findet diess einfach darin seine Erklärung, dass in Folge des wenig energischen Theilungsprozesses der eigentliche, hier freilich kürzere, Längsdurchmesser hinter dem queren zurückblieb. — An den stets rundlichen, fötalen Zellen des spätern Alters macht sich eine Aufblähung entweder nur in geringem Grade oder häufig auch gar nicht bemerklich.

In Betreff der Grundsubstanz längs des Verknöcherungsrandes ist noch anzuführen, dass sie, wenn auch nicht immer, doch häufig und zwar vorzugsweise im höhern Alter ihr fein körniges oder mehr homogenes Ansehen in ein grobkörniges oder selbst in höherem oder geringerem Grade streifiges umwan-

delt. Zuweilen sieht man dieselbe selbst von wirklichen Faserzügen durchsetzt, die vom Knochen ausgehend allmälig sich verlieren.

Uebergehend zu der Ablagerung der Kalksalze muss ich von vorn herein bemerken, dass sich dieselbe nicht im entferntesten mit der Schärfe und Klarheit verfolgen lässt, wie es bei foetalen Bildungen der Fall war, indem die Theile nicht nur dunkler und weniger durchsichtig geworden sind, sondern auch vielfach von einer pulverigen, wohl grösstentheils aus Fett bestehenden Masse verdeckt werden; ausserdem tritt die Imbibition mit Blutfarbstoff oft störend in den Weg. Trotzdem lässt sich immerhin mit Sicherheit nachweisen, dass der ganze Vorgang in den Hauptpunkten von dem früher beschriebenen in keiner Weise abweicht, während allerdings in einigen untergeordneten Verhältnissen Verschiedenheiten sich geltend machen. Vor allem ist auch hier als Grundgesetz die gesonderte Verknöcherung der Kapsel voranzustellen. Dieselbe schreitet, den besondern noch später zu besprechenden Fall im höhern Alter abgerechnet, derjenigen der allgemeinen Grundsubstanz in der Regel nicht voran; immer aber unterscheidet sie sich von ihr durch ein mehr homogenes, mithin helleres Ansehen, während letztere von krümligen Kalkmassen dunkel erscheint. Vollständige Resorption der Scheidewände scheint mir fast immer vorzukommen; doch erhalten sie sich bisweilen noch ziemlich lange an vollkommen eingeschlossenen Kapseln und verleihen dann, wenn ihr Inhalt herausgefallen ist, dem Knochen ein zierliches, gestricktes Aussehen (Taf. 6. Fig. 2). In andern Fällen dagegen schwinden sie so rasch; dass noch vor völliger Umschliessung der Kapsel ihr hinterer Theil bereits in eine Höhle umgewandelt erscheint, während ihr vorderer noch unverändert als Knorpel persistirt. Ja es kann selbst geschehen, dass jene bereits von einem Markraume aus eröffnet wurde. Immerhin ist aber solches weder Regel noch normal, und jedenfalls nach dem, was wir früher gesehen, nicht in der von H. Müller versuchten Weise zu deuten. Wenn bei jüngern Objecten dieser ganze Vorgang sich noch verhältnissmässig leicht beobachten lässt, so wird diess für später, wo die Kapseln mehr isolirt liegen, weit schwieriger und ist die Gewinnung eines so ausgezeichneten Bildes, wie das Taf. 7 Fig. 1 gezeichnete, wo kein Zweifel darüber herrschen konnte, dass die eiförmigen Höhlen im Knochenrande mit den davor liegenden Kapseln in genetischem Zusammenhange standen, ein höchst seltener Glücksfall. — Ich will gleich hier bemerken, dass, in manchen Fällen wenigstens, die Verknöcherung nicht gleich-

mässig, sondern wie ruckweise vorzuschreiten scheint, indem man sie bisweilen bis dicht an die noch unaufgeblähten Knorpelpartien herangetreten findet (Taf. 6. Fig. 2), während doch stets schon geraume Zeit vor der Ablagerung der Kalksalze der präparatorische Prozess der Aufblähung beginnt.

In der weitern Entwicklung der durch Verschwinden der Scheidewände entstandenen Hohlräume machen sich wiederum zwei Richtungen geltend, indem die einen, ohne Zweifel in der früher beschriebenen, hier aber nicht zu verfolgenden Weise, sich rasch mit verschiedenartig auswachsenden und häufig von imbibirtem Blutfarbstoff tingirten Zellen vollpfropfen und so direkt in Markräume übergehen, während in den andern, an zelligen Gebilden ärmeren, durch Ablagerung von Erdsalzen die Bildung wirklicher Knochenmasse erfolgt. Auf jene brauchen wir wohl nicht weiter Rücksicht zu nehmen, da sie uns doch nichts Neues zu bieten vermögen. Diese dagegen nehmen unser Interesse insofern in Anspruch, als sie durch längeres Bestehen uns gestatten, ihre ferneren Umwandlungen zu erforschen, was bei foetalen Knochen gar nicht oder nur in unvollständigem Grade möglich war. Anfangs sind die Kapseln, selbst nach ihrer vollständigen Ausfüllung, noch vollkommen deutlich zu unterscheiden und namentlich treten sie nach Zusatz von Mineralsäuren bisweilen sehr schön hervor. Hin und wieder gelingt es selbst nach längerer Einwirkung der Säure durch Druck auf das Deckglas eine solche Kapsel sammt ihrem Inhalte vollständig zu isoliren, indem sie von der umgebenden Masse sich losreisst; eine Erscheinung, die wohl auf die früher erwähnte grössere Dichtigkeit der Kapselwand zurückzuführen ist. Im weitern Verlaufe schwindet die Grenze zwischen der Kapsel und ihrem Inhalte einerseits und der allgemeinen Grundsubstanz andrerseits immer mehr dadurch, dass die die Abgrenzung bedingenden Kalkkrümel verschwinden und so die ganze Masse homogener wird. Die Kapsel wird in Folge davon immer undeutlicher, stellenweise gar nicht mehr oder nur noch mit Einer Contour sichtbar, bis schliesslich auch diese ganz verloren geht. Am längsten scheint sich bisweilen das dunkelkörnige Ansehen der Grundsubstanz zu erhalten, welche dann als dunkelgranulirter Streif mit verwischten Rändern in die homogene Knochenmasse sich hineinzieht, während ein scharfes Zusehen zu beiden Seiten desselben in einer feinen buchtigen Linie die Grenze der frühern Kapselwand erkennen lässt (Taf. 7. Fig. 2). — Die anfangs höchst unvollkommenen, rundlichen oder länglich eckigen, nur mit kurzen Ausläufern versehenen Zellen verhalten sich durch-

aus in der früher beschriebenen Weise, indem sie sich einen allmälig länger werdenden Kranz von feinen Kanälchen umbilden; nur können sie hier in Folge längern Bestehens zu vollkommenen Knochenkörperchen sich umwandeln. Ich muss auch hier darauf bestehen, dass diese Kanälchen wohl von der Zelle aus angeregt, keineswegs aber von Ausläufern derselben gebildet werden. Wiederholte, sowohl von Herrn Professor Henle als von mir angestellte Versuche mit Salzsäure liessen weder hier noch anderswo Spuren von solchen auffinden. Wurde Knochen längere Zeit bis zur vollständigen Erweichung des Knorpels mit solcher behandelt, so blieben die Knochenzellen, sorgfältig unter das Mikroskop gebracht, von all ihren Kanälchen umgeben; bei Druck auf das Deckglas aber verschwanden letztere augenblicklich, indem die Grundmasse gleichförmig zerfloss und die frei gewordene Zelle nur jene wenigen kurzen und kräftigen Ausläufer, die sie schon vor ihrem Einschlusse besass, behielt. Wollte man annehmen, dass die übrigen ihrer ausserordentlichen Feinheit wegen einfach verloren gegangen seien, so wäre doch schwer zu begreifen, wie diess unter unsern Augen so vollkommen geschehen sollte, dass auch keine Spur mehr davon sich auffinden liesse, und ausserdem müssten doch wohl an der Zellmembran wenigstens die Insertionsstellen der abgerissenen Fäden sich erkennen lassen, was nicht der Fall ist. Eine Communication zwischen den Kanälchen und der Zellenhöhle kann mithin nur mittelbar durch die Zellmembran hindurch stattfinden, und es bleibt die durch direkte Beobachtung äusserst schwierig zu entscheidende Frage zu beantworten, ob ein solcher Uebergang nothwendig erfolgen müsse, indem die Zellmembran, der Knochenmasse ringsum dicht anliegend, die Enden jener Kanälchen verschliesst, oder ob diese zunächst in einen die Zelle umgebenden Hohlraum münden. In jenem Fall würde, um ein rohes Bild zu gebrauchen, die Zelle gleichsam als ein in das Kanalsystem eingeschobener Filtrirapparat, in diesem dagegen vielleicht eher als ein Wächter zu betrachten sein, der für das Offenbleiben der Leitungsröhren zu sorgen hätte. Ich muss gestehen, dass mir letztere Auffassungsweise weitaus am meisten zusagt, zumal die erstere schon aus physiologischen Gründen kaum zulässlich erscheint. Ein solcher Hohlraum im Umkreise der Zellen ist freilich nur höchst selten wirklich zu beobachten, doch glaube ich in mehreren Fällen einen solchen mit Bestimmtheit gesehen zu haben. Ausserdem aber tritt er pathologisch, z. B. in rhachitischen oder der Resorption anheimgefallenen Knochen, häufig genug mit grosser Klarheit auf, so

dass die Idee, es möchte sich hier nicht um ein durchaus neues, sondern nur um ein abnorm vergrössertes Gebilde handeln, kaum ohne Weiteres zurückzuweisen sein möchte. Fernern Forschungen wird es vorbehalten sein, hier Gewissheit zu verschaffen.

Besonderer Erwähnung bedarf die Verknöcherung, wie sie in ihren letzten Ausläufern ohne vorhergegangene Umwandlung der foetalen Knorpelzelle vor sich geht, einestheils desshalb, weil sie nach einem von dem bisherigen scheinbar ganz abweichenden Typus sich gestaltet, anderntheils aber auch, weil dieselbe gerade in der Symphyse zur Stützung einer von der unsrigen ganz verschiedenen Theorie benutzt wurde. Eine nähere Prüfung lässt auch hier sehr bald die Gültigkeit der früher aufgestellten Gesetze erkennen. Was vor allem einen Unterschied von den bisher besprochenen Erscheinungen bedingt, ist die ausserordentlich frühe Verknöcherung der Kapsel, welche derjenigen der allgemeinen Grundsubstanz so weit voranschreitet, dass sie selbst von letzterer noch vollkommen umschlossene und von dem Knochenrande ziemlich entfernte Kapseln ergreift (Taf. 7. Fig. 3). Diese verkalken wie früher, so auch hier homogen und erscheinen desshalb hell, während an ihre innere und äussere Fläche dunkle, gröbere oder feinere Kalkkrümel sich ablagern, und als zwei scharf geschiedene Ringe aus der hellern Umgebung hervortreten. Der äussere von ihnen verwischt sich nach aussen und setzt sich oft streifig in die Grundsubstanz fort; der innere dagegen ist nach innen meist deutlicher begrenzt und zeigt in seiner Mitte noch ganz unverändert die kleine rundliche, höchstens etwas eckige Zelle, an der ich von einem Auswachsen nie etwas bemerkt habe. Indem allmälig auch die Grundsubstanz mit einer dunkeln, krümligen, oft streifigen Kalkmasse sich imprägnirt, werden diese verknöcherten Kapseln von der Verknöcherungslinie aufgenommen, wo ihre Unterscheidung in der Regel ziemlich schwierig wird. Glückliche Schnitte führen oft neben einander alle Stufen dieses Eingeschlossenwerdens vor. In mehrfächerigen Kapseln verknöchern gleich von Anfang auch sämmtliche Scheidewände, und tritt eine Resorption dieser letztern niemals ein; jedes Fach verhält sich dann wie eine vollkommen einfache Kapsel. Die Höhle füllt sich auch hier allmälig von ihren Wänden aus mit Erdsalzen und zwar, wie sich nicht selten ziemlich deutlich beobachten lässt, und wie von denen, welche die Kapsel für die verdickte Zellmembran halten, längst beschrieben worden, unter Bildung von Porenkanälchen. Dass hier nicht Ausläufer der Zelle mitbe-

theiligt sind, ist über allen Zweifel erhaben, da sich leicht nachweisen lässt, dass dieselbe überhaupt gar keine besitzt. Also auch hier ein neuer Beleg für die früher vertheidigte Natur der Knochenkanälchen. Durch Verschwinden der Kalkkrümel erhält der junge Knochen sehr bald ein helles, homogenes Ansehen, wobei die Kapsel verschwindet und die Knochenzelle frei in die Knochenmasse sich einbettet. Dieselbe entspricht in der Grösse vollkommen der frühern Knorpelzelle, und wird, doch nicht immer, meist von kurzen und wenig zahlreichen Strahlen umgeben, deren weitere Entwicklung wohl kaum noch oder nur in geringem Grade stattfindet; daher denn auch das Ansehen des so entstandenen Knochens von demjenigen des vollständig ausgebildeten sich stets, wenn der Ausdruck gestattet ist, durch geringere Eleganz wesentlich unterscheidet. Die Strahlen werden um so vollkommener, je weiter wir vom Verknöcherungsrande weg zu den Knochenpartieen älterer Bildung vordringen, bis wir schliesslich zu vollkommen ausgebildeten, normalen Knochenzellen gelangen. — Dass es sich hier nicht mehr um den Uebergang von Knochenkapseln in Markräume handeln kann, ist wohl selbstverständlich. Auch Theilung der Zelle kommt nicht vor und wir erhalten somit eine der Summe von Knorpelzellen genau entsprechende von Knochenkörperchen, während zugleich der entstehende Knochen nicht mehr spongiös, sondern compact wird. Der Uebergang zwischen beiden Arten wurde durch die allmälige Verkümmerung der grossen, vielzelligen Kapseln gebildet. Hierin findet die früher erwähnte Thatsache, dass im höhern Alter die knöcherne Begrenzungsfläche der Symphyse sich mit einer Schicht compacter Knochensubstanz belegt, ihre Erklärung.

In ganz gleicher Weise lässt sich dieser Vorgang im Rippenknorpel von Erwachsenen verfolgen.

Noch bedarf die lamelläre Schichtung des fertigen Knochens der Erwähnung. Ich habe nie bemerken können, dass sich eine solche unmittelbar bei der Auffüllung der Kapsel durch die Ablagerung der Kalksalze gebildet hätte, vielmehr war der hierbei gebildete Knochen stets homogen und zeigte erst später eine Sonderung in Schichten. Ich bin daher sehr geneigt, diese für das Resultat einer erst secundär erfolgenden eigenthümlichen Zerklüftung zu halten, und diess um so mehr, als sie auch in dem unmittelbar aus der verknöcherten Grundsubstanz des Knorpels hervorgegangenen Knochen hervortritt.

Soll ich schliesslich noch einmal die im Verlaufe unserer Betrachtungen erhaltenen Resultate kurz zusammenfassen, so ergiebt sich als das wichtigste derselben dasjenige, dass sämmtliche Zellen des aus hyalinem Knorpel entstandenen Knochens weder neue, noch etwa von aussen, z. B. vom Periost aus eingedrungene Gebilde, sondern vielmehr mehr oder weniger direkte Abkömmlinge der ursprünglichen Knorpelzellen sind. Das ganze Verhalten dieser letztern aber hat gezeigt, dass für sie der Begriff einer besondern, typisch begrenzten Art wegfallen und an dessen Stelle wohl richtiger derjenige einer eigenthümlichen Entwicklungsstufe der Bindegewebszelle gesetzt werden muss, als welche sie ja auch schliesslich erscheint, freilich häufig, um als Knochenkörperchen sich von neuem zu maskiren. Es kann mithin auch die strenge Unterscheidung zwischen Knochenbildung aus hyalinem Knorpel und solcher aus einer bindegewebigen Ablagerung des Periostes nicht aufrecht erhalten werden, da ja auch ersterer vor seiner Verkalkung, wenigstens was seine zelligen Gebilde anbetrifft, die Natur der letztern annimmt, und die beiden Grundsubstanzen zu nahe verwandt sind, als dass sie durch ihre Verschiedenheit ein genügendes Moment zur Trennung abzugeben vermöchten. Billig darf wohl, obgleich ich sonst kein Freund teleologischer Erklärung bin, darnach gefragt werden, was die Natur bestimmt haben mag, in dem einen Falle die osteogene Substanz erst die Zwischenstufe des hyalinen Knorpels durchlaufen zu lassen, in dem andern aber nicht. Die Art und Weise, wie dieser letztere auftritt, vermag uns jene Frage zu beantworten. Wir finden ihn nämlich stets da, wo auf die Verknöcherungsfläche ein bedeutender Druck ausgeübt wird, so namentlich an den Endpunkten aller langen Knochen, welche bestimmt sind, die Last des Körpers zu tragen. Wohl wäre unter diesen Verhältnissen die Entstehung einer weichen Masse, wie sie vom Perioste geliefert wird, niemals möglich gewesen; vielmehr wurde eine Vorrichtung erfordert, unter deren Schutze, frei von jedem Drucke, eine solche sich zu bilden vermochte. In vollem Maasse wird dieser Aufgabe vom hyalinen Knorpel entsprochen, der zugleich den Vortheil besitzt, in möglichst concentrirter Form ein Material zu bieten, das entsprechend dem Bedürfniss rasch und leicht zu einem bedeutenden Volumen sich entfalten lässt; wie sehr aber letzteres geboten war, geht aus dem bedeutenden Längenwachsthum der Knochen zur Genüge hervor. Die Verhältnisse, unter denen das Dickenwachsthum derselben steht, machten derlei Vorkehrungen überflüssig und eine direktere Erzeugung von Knochensubstanz

möglich. Wir hatten ja auch überall Gelegenheit zu sehen, wie ein solches Dickenwachsthum vom Knorpel durchaus unberücksichtigt gelassen wird, wie er vielmehr stets durch die eigenthümliche Anordnung seiner zelligen Elemente in der Längsrichtung sich ausdehnt. Indem er hierdurch den centralen Theil des Knochens zu bilden erhält, die Periostablagerung aber den peripherischen, wird begreiflich, wesshalb er zur Bildung von Markräumen, mithin von spongiöser Knochensubstanz hinneigt, da hohle Knochen den gestellten physiologischen Bedingungen besser entsprechen als compacte.

Wenn man einen Unterschied zwischen permanentem und verknöcherndem Knorpel hat machen wollen, so ist ein solcher von histologischer Seite jedenfalls durchaus fallen zu lassen, indem er auch nicht im entferntesten in einer Verschiedenheit der Struktur sich begründen lässt. Der Rippenknorpel entwickelt sich ganz in derselben Weise wie der Symphysenknorpel; was von beiden im Alter als solcher sich erhält, zeigt ganz dieselben Verhältnisse, nur beträgt es dort ein Stück, das nach Zollen sich ausmessen lässt, während es hier oft durch das Mikroskop nachgewiesen werden muss. Dass aus physiologischen Gründen eine Unterscheidung ihre Berechtigung findet, soll damit natürlich nicht geläugnet werden.

3. Rhachitische Knochen.

Die Wichtigkeit, welche von verschiedenen Seiten gerade den rhachitischen Knochen bei der Erforschung des Verknöcherungsprozesses beigelegt worden ist, veranlasste mich zu untersuchen, in wie fern die an gesunden Knochen erhaltenen Resultate auch durch jene Bestätigung fänden. Es würde zu weit führen, wollte ich tiefer auf diesen Gegenstand eingehen, und ich begnüge mich daher mit den nothwendigsten Bemerkungen. Vor Allem muss ich, wie auch kürzlich H. Müller gethan, entschieden dagegen protestiren, dass von den hier gemachten Beobachtungen unbedingt auf den normalen Verknöcherungsprozess zurückgeschlossen werde; denn wenn auch im Allgemeinen der Hergang in der beschriebenen Weise sich nachweisen lässt, so erleidet er doch in manchen Punkten, in Folge besonderer, durch den krankhaften Zustand gesetzter Bedingungen, nicht unwesentliche Modificationen. Dieselben geben sich zunächst in einer excessiven Vergrösserung der Hohlräume kund, wodurch die einzelnen Kapseln nicht nur ungewöhnlich in die Länge gezogen werden, sondern selbst so sehr an Ausdehnung gewinnen, dass sie die sie verkittende Grundsubstanz stellenweise vollständig verdrängen und der Knorpel nur noch

aus einem weitmaschigen, von den Kapselwänden gebildeten Fachwerke besteht (Taf. 8. Fig. 1.). Die Ablagerung der Kalksalze selbst beginnt erst spät und geht nur unvollkommen vor sich, so dass sich hieraus die Weichheit und Biegsamkeit des Knochens erklärt. Abweichend vom normalen Vorgange scheint eine Resorption der Scheidewände zwischen den einzelnen Kapselfächern nur selten stattzufinden; vielmehr füllt sich jedes Fach in der früher beschriebenen Weise, allem Anschein nach unter Porenkanalbildung, mit Erdsalzen an. Es erklärt sich desshalb auch leicht, wesshalb diese Verknöcherungsweise zur normalen und allgemein gültigen von denen erhoben wurde, welche rhachitischen Objecten den Vorzug vor allen andern ertheilen. Zugleich musste der Umstand, dass an sehr vielen Stellen, vielleicht in Folge eines krankhaften Zustandes der Grundsubstanz, die gemeinschaftliche Kapsel entweder nur gering oder auch gar nicht entwickelt ist, dass vielmehr die Kapsel jedes einzelnen Faches mehr oder weniger selbstständig wird und ganz das Ansehen einer Zellmembran gewinnt, dazu verführen, ihr wirklich diese Bedeutung zuzuschreiben, die eigentliche Zelle aber als blossen Zelleninhalt aufzufassen (Taf. 8. Fig. 2.). Das Bild ist ganz dasselbe, wie wir es in ältern Symphysen kennen gelernt haben; wie dort, so leitet auch hier nur die Entwicklungsgeschichte zum richtigen Verständniss.

Im übrigen habe ich, ganz abgesehen von der durchaus abnormen Bildung der allgemeinen Zwischensubstanz, mich keineswegs von der gepriesenen grössern Deutlichkeit und Klarheit der aus rhachitischen Knochen gewonnenen Bilder überzeugen können, so dass auch in dieser Beziehung ganz junge, in Chromsäure erhärtete, gesunde Knochen nach meinem Dafürhalten entschieden den Vorzug verdienen.

4. Kritische Bemerkungen.

In neuester Zeit wurde durch H. Müller eine die normale Verknöcherung betreffende Arbeit[1]) veröffentlicht, deren Resultate allerdings von den bisherigen durchaus differiren, aber auch mit den meinigen so wenig übereinstimmen, dass ich dieselbe einer kurzen Besprechung unterwerfen zu müssen glaube. Müller hat zwar den rhachitischen Knochen als geeignetes Untersuchungsobject verworfen, aber gleich den meisten seiner Vorgänger die Knochenbildung vorzugsweise in spätern Stadien des foetalen Lebens oder erst nach der Geburt, wo sich der

---

[1]) Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz u. s. w. in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. IX. pag. 147 u. ff.

ganze Vorgang keineswegs mit gehöriger Reinheit und Schärfe verfolgen lässt, untersucht; dagegen scheint er den ersten foetalen Bildungsstufen nur nebenbei seine Aufmerksamkeit zugewendet zu haben. Hieraus ergiebt sich als wichtigste Folge, dass es ihm nicht gelungen ist, sich eine bestimmte und klare Anschauung von der Umwandlung der Zellen des Knorpels in diejenigen des Knochens und des foetalen Markes zu verschaffen, während doch Objecte aus ganz jungen Knochen hierüber nicht den geringsten Zweifel zulassen. — Was die Vorgänge der Verknöcherung selbst anbetrifft, so betrachtet er zwar ebenfalls als ersten Anfang derselben die Bildung von Kapseln; allein es stehen nach ihm dieselben nicht in einer so bestimmten Beziehung zu den eingeschlossenen Zellen, wie meine Erfahrungen gelehrt, vielmehr sind sie in Form und Grösse mehr zufälliger Art, indem die Knochenbalken, entsprechend den breitern Streifen der Grundsubstanz, zwischen den Zellen sich durchziehen, ohne hierbei bestimmte Gruppen durch gemeinschaftliche Abstammung verknüpfter Zellen von einander zu trennen. Ueberhaupt betrachtet er die einzelnen Zellenhaufen nicht als ebensoviele Zellenfamilien, um mich dieses Ausdruckes zu bedienen, sondern lässt sie hauptsächlich durch den eigenthümlichen Prozess „des Richtens" entstehen, während er freilich anderwärts auch Mutterzellen zugiebt. Ich glaube durch die Entwicklungsgeschichte des Knorpels die Unhaltbarkeit dieser beiden Sätze hinlänglich erwiesen, und dargethan zu haben, welchen Verhältnissen dieselben ihren Ursprung verdanken. — Die Imprägnation des Knorpels mit Erdsalzen betrachtet Müller als ein nur provisorisches Stadium, und stellt dasselbe als blosse Verkalkung der eigentlichen Verknöcherung gegenüber. Die eigentliche, fertige Knochensubstanz setzt sich an die Stelle des bloss verkalkten Knorpels; es geht ihrer Ablagerung die Resorption dieses letztern, hierdurch bedingte Eröffnung der Kapseln, schliesslich durch die Gefässe vermitteltes Auftreten einer sogenannten osteogenen Substanz voraus. Ich kann diesen Angaben in keiner Weise beitreten; vielmehr hatte ich vielfach Gelegenheit mich zu überzeugen, wie durchaus unversehrte Kapseln, mit Umwandlung ihrer Zellen zu Knochenkörperchen, von ächter Knochensubstanz erfüllt werden. Ueberhaupt aber glaube ich nicht, dass bei dem ganzen Prozesse die Blutgefässe irgendwie direkt betheiligt sind und ich bestreite desshalb auch, dass demselben die Eröffnung der Kapseln vorangehen muss; ich möchte im Gegentheil, gestützt auf direkte Beobachtung, den Satz aufstellen, dass, wo diese beiden Momente bereits vorhanden sind, eine weitere Knochenbildung

gar nicht oder nur in sehr untergeordnetem Maasse erfolgt, indem der Hohlraum, mag er nun aus einer einfachen Kapsel bestehen oder mag theilweise bereits Ablagerung von Erdsalzen stattgefunden haben, zu einem wirklichen Markraume geworden ist. Schmelzung der verkalkten Knorpelsubstanz, im Sinne Müller's, und Bildung ächten Knochengewebes stehen in durchaus antagonistischem Verhältnisse; je bedeutender jene, um so geringer diese. Wie wir gesehen haben, wiegt letztere am meisten in den von Müller freilich geläugneten, aber jedenfalls, wenigstens in foetalen und rhachitischen Knochen, ganz unzweifelhaft vorkommenden Fällen vor, wo die einzelnen Kapselfächer gar nicht zu einem grössern Hohlraum zusammenfliessen, sondern einfach mit Erdsalzen sich anfüllen, während weit und breit von Gefässen keine Spur vorhanden ist. Ich kann desshalb auch den Knorpelkanälen durchaus keinen specifischen Einfluss auf den Gang der Verknöcherung zuschreiben, obgleich ich nicht bestreiten will, dass sie durch reichlichere Zuführung von Ernährungssäften dieselbe, wie jeden andern Entwicklungsprozess auch, begünstigen können; wenn aber, wie Müller angiebt, bisweilen die Bildung der Knochensubstanz in ihrer unmittelbaren Umgebung zuerst auftritt, so erklärt sich diess leicht daraus, dass dieselbe eben in Folge des bei der Entstehung der Knorpelkanäle thätigen Prozesses den Boden dort schon hinreichend vorbereitet, und die Zellen in das gehörige Entwicklungsstadium vorgerückt findet, während solches im weitern Umkreise noch nicht der Fall ist. Dass der primär verkalkte Knorpel gar nicht erst aufgesogen zu werden braucht, dass er sich vielmehr direkt durch homogenere Anordnung der ihn durchdringenden Erdsalze in fertigen Knochen umzuwandeln vermag, beweisen, wie mir scheint, nebst vielen andern, Bilder wie das Taf. 7. Fig. 2 gezeichnete auf's schlagendste; auch ist gewiss kein Grund vorhanden, Knochenmassen, wie sie z. B. in ältern Symphysen auftreten und erwiesenermaassen direkt aus der Verkalkung des Knorpels hervorgegangen sind, als specifisch verschieden von den früher gebildeten zu betrachten; jedenfalls möchte es schwierig sein, sowohl in räumlicher als zeitlicher Beziehung eine Scheidelinie zwischen beiden zu ziehen. Es ergiebt sich aus dem Gesagten fast von selbst, dass ich mit der Annahme einer erst secundär auftretenden sogenannten osteogenen Substanz mich keineswegs befreunden kann; ich nenne es eine Annahme, da wenigstens meine Beobachtungen mir eine solche niemals vor Augen geführt haben. Auch vermag ich nicht einzusehen, was mit einer solchen gewonnen werden soll, nachdem die Knochenzellen sich

als die direkten Abkömmlinge der Knorpelzellen erwiesen haben. Die Erfahrung wenigstens, dass der Knochenknorpel beim Kochen Glutin, der hyaline Knorpel aber Chondrin liefert, zwingt nicht dazu; sind doch beide Substanzen so nahe mit einander verwandt, dass die Chemie Mühe hat, scharfe Grenzen zwischen ihnen zu ziehen. Mir scheint es daher auch viel einfacher, die eine Substanz durch geringe Umwandlung der andern entstehen zu lassen, wie ja solches auch der Kunst gelingt, als einer Substituirung, mag nun eine solche feiner mehr allmälig als durch molekulären Umtausch, oder gröber auf einmal als durch vollständige, vorangehende Resorption der einen Substanz geschehend gedacht werden, das Wort zu reden [1]).

Diess die Gründe, welche mich bestimmen, an den selbst gewonnenen Resultaten vor der Hand festzuhalten, indem ich es weitern Forschungen überlasse, eine, wie ich hoffe, recht baldige Einigung herbeizuführen.

---

[1]) Wenn, was ich unentschieden lassen musste, der Ablagerung der Kalksalze in den Kapseln auch wirklich diejenige eines weichen Blastems vorausgehen sollte, so könnte solchem doch niemals die Bedeutung einer osteogenen Substanz im Sinne Müller's beigelegt werden.

Erklärung der Kupfertafeln.

Taf. I.

Verschiedene Durchschnitte der Symphysis ossium pubis in natürlicher Grösse.

Fig. 1—5. Querdurchschnitte normal gebauter Symphysen, und zwar Fig. 1 von einem 4wöchentlichen Kinde, mit deutlichen Knorpelkanälen; Fig. 2 von einem 8wöchentlichen Knaben; beide noch ohne Höhle. — Fig. 3 von einem 10jährigen, Fig. 4 von einem 17jährigen Mädchen; beide mit einer Höhle. — Fig. 5 von einer 64jährigen Frau, die zweimal geboren hatte, zuletzt vor 28 Jahren; der hyaline Knorpel vollständig geschwunden, die Höhle sehr bedeutend.

Fig. 6. Querdurchschnitt der Symph. eines 40—50 Jahre alten Mannes; der hyaline Knorpel geschwunden, beide Knochenflächen mit einer Corticalschicht bedeckt, die Höhle geschlängelt.

Fig. 7. Q. d. S. eines 47jährigen Mannes; Höhle nach vorn gegabelt; sonst normal.

Fig. 8 a. Q. d. S. einer Frau von 46 Jahren, die zweimal geboren hatte, zuletzt vor 17 Jahren; zwei scheinbar vollständig getrennte Höhlen, längs der links gelegenen ein schmaler Streif von Faserknorpel.

Fig. 8 b. Dieselbe Symphyse, tiefer unten durchschnitten; die rechtsseitig gelegene Höhle ergiebt sich als seitliche Abzweigung der links gelegenen Haupthöhle; vorn schlägt sie sich um den hyalinen Knorpel nach links hinüber. — In beiden Fällen wird derselbe abnormer Weise von ihr durchsetzt.

Fig. 9. Q. d. S. einer Frau von 34 Jahren, die viermal geboren hatte, zuletzt vor zwei Jahren; Höhle sehr bedeutend, vorn links, hinten beiderseits um den hyalinen Knorpel sich herumschlagend.

Fig. 10. Q. d. S. einer im 5—6. Schwangerschaftsmonate verstorbenen Frau (Alter unbekannt).

In diesen beiden Fällen die Verbindung gelenkartig, der Faserknorpel fast ganz geschwunden, die Bandfasern der hintern Seite in hohem Grade entwickelt.

Fig. 11. Q. d. S. einer im Wochenbett verstorbenen Frau (Alter unbekannt); von demjenigen einer jungfräulichen in keiner Weise verschieden.

Fig. 12. Frontaldurchschnitt der Symph. eines 9jährigen Knaben; zeigt den Knochenrand wellenförmig gekerbt und die hyalinen Knorpelscheiben continuirlich in den noch unverknöcherten Theil des absteigenden Schambeinastes übergehend; eine Höhle ist bereits vorhanden. Normal.

Fig. 13. F. d. S. eines 21jährigen Mädchens; der Knochenrand mit starken Vorsprüngen; eine Höhle fehlt; im übrigen normal.

Fig. 14. Medianschnitt der Symph. eines 24jährigen Mädchens; zeigt in seinem hintern Abschnitte die Höhle. Normal.

Taf. II.

Entwicklung des hyalinen Knorpels; aus den Röhrenknochen eines zweizölligen Rindsfoetus.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Zellen in eben beginnender Theilung begriffen, noch ohne Kern. In mehreren wird der dunkle Inhalt durch einen hellen Saum von der Zellmembran geschieden. Rechts unten eine stark verlängerte Zelle mit deutlich getheiltem Inhalt. — Sämmtliche Zellen von einem hellen Saum umgeben, noch rundlich.

Fig. 2. Sechs quer durchschnittene Kapseln, deren Wände als helle Säume im Umkreis der Zellenhaufen hervortreten; die Zellen theilweise aus der Tiefe durchschimmernd, grösstentheils ohne Kern.

Fig. 3. Dieselbe Entwicklungsstufe in einem Längsschnitte dargestellt. Kapsel- und Scheidewände hell; die Zellen stark abgeplattet, dunkel, stäbchen-, theilweise keulenförmig, in Reihen sich ordnend, rechts in der peripherischen Schicht des Knorpels kleiner und rundlich. Links der Rand von durchschnittenen Kapseln zackig mit zahlreichen, in Folge des Herausfallens der Zellen leeren Fächern.

Fig. 4. Querschnitt, in den bereits etwas aufgeblähten Zellen sehr schön die Theilung des Kernes in den verschiedensten Stadien vorführend. Die Zellen der Peripherie klein und langgezogen. Die Kapsel als heller Saum erscheinend.

Fig. 5. Längsschnitt, die kugelförmige Aufblähung der Zellen und Fächer vor Bildung des ersten Knochenkernes zeigend; erstere in diesem Falle stark runzlig und dunkel, nur selten mit deutlichem Kern; letztere theilweise durch Herausfallen der Zelle leer, am Rande in grosser Zahl durchschnitten; deutlich von der hellen, doppeltcontourirten Kapselwand umgeben.

Taf. III.

Verknöcherung des hyalinen Knorpels; aus den Röhrenknochen eines zweizölligen Rindsfoetus.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Längsschnitt durch den Verknöcherungsrand, um die Bildung der Knochenkapseln zu zeigen. — *a.* Hyaliner Knorpel; jeder Zellenhaufe von einer gemeinsamen Kapsel umschlossen. — *b.* Die Kapsel vollkommen verknöchert; die Scheidewände noch vorhanden; aus den meisten Fächern die Zellen herausgefallen; in den übrigen aufgebläht. — *c.* Das Lumen der Kapseln durch Resorption der Scheidewände frei geworden, von zahlreichen, etwas eckigen Zellen erfüllt. — *d.* Verknöcherte Kapselwand, hell. — *e.* Verknöcherte Grundsubstanz, dunkel.

Fig. 2. Querschnitt durch den Verknöcherungsrand; die verknöcherten Kapselwände ringförmig den Inhalt umschliessend, dazwischen die Grundsubstanz noch unversehrt.

Fig. 3. Längsschnitt durch jüngste Knochenpartieen, die Veränderungen der Kapseln und ihres Inhaltes darstellend. — *a.* Leere Kapseln, die grössere rechts theilweise mit Kalksalzen angefüllt. — *b.* Frisch eingeschlossene Zellen, rundlich mit deutlichem grossen Kern. — Dieselben weiter oben *c* durch beginnende Bildung von Knochenkanälchen zu Knochenkörperchen sich umwandelnd. Mehrere der Kapseln vollständig mit Knochenmasse erfüllt; die Kapselwände nur noch theilweise *d* zu erkennen.

Fig. 4. Längsschnitt. Die Kapsel sammt deren Scheidewänden verknöchert; die eingeschlossenen Zellen *b* klein und nicht deutlich zu sehen. Die Kapselwand *a* von dunkeln feinen Kanälchen durchzogen; ihre innere Oberfläche stellenweise gekerbt.

Taf. IV.

Entwicklungsstadien der Knorpelzelle; ausser Fig. 2. mechanisch isolirt.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Jüngste Knorpelzellen. Dieselben *a.* noch rundlich mit krümligem Inhalt, ohne besondern Kern; *b.* durchaus klar mit deutlichem Kern; *c.* stark abgeflacht, mit mehr oder weniger deutlichem Kern, theils von der Fläche, theils von der Kante gesehen. — *d.* Eine cylindrische, in Theilung begriffene Zelle von der Peripherie des Knorpels.

Fig. 2. Ganz flache Zellen mit Salpetersäure isolirt. Einfache *a.* von der Fläche; *b.* von der Kante. In Theilung begriffene *c.* von der Fläche, *d.* von der Kante gesehen.

Fig. 3. Ebensolche, mechanisch isolirt. *a.* Von der Fläche mit meist sichtbarem Kern; *b.* von der Kante. *c.* Dieselben von der Kante in verschiedenen Graden der Aufblähung, mit hervortretendem Kern; *d.* von unregelmässiger, in dem einen Falle stark geschrumpfter Gestalt. *e.* Scheinbar mit kurzen Ausläufern. *f.* Stark aufgequollene, aus Taf. 2. Fig. 5. isolirte Zellen.

Fig. 4. Zellen aus den jüngsten Kapseln. *a.* Bläschenförmig aufgequollen, klar, mit schönem grossen Kern. *b.* Bereits etwas eckig verzogen. *c.* Eine solche sehr grosse zartwandige mit seitenständigem Kern, zur Fettzelle (?) werdend.

Fig. 5. Sternförmig auswachsende Zellen aus ältern Kapseln. *a.* Eine Zelle stark mit Fettmolekeln gefüllt.

Taf. V.

Erscheinungsformen der auf foetaler Stufe stehen gebliebenen Knorpelzelle.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Längsschnitt durch den permanenten Theil des Rippenknorpels, von einem jungen Kinde. Die Zellen unregelmässig durcheinander liegend, von der Kante gesehen; viele mit Fetttröpfchen. Eine tiefere Lage dunkel durchschimmernd. Jede Zelle ihre Höhle vollständig ausfüllend.

Fig. 2. Zellen aus Fig. 1. mechanisch isolirt, grösstentheils von der Fläche aus gesehen. In den meisten tritt der Kern deutlich hervor. *a.* Eine Zelle zur Theilung sich einschnürend; *b.* eine solche mit grossem Fetttropfen neben dem Kern.

Fig. 3. Hyaliner Knorpel aus einer mehrjährigen Symphyse, fern vom Verknöcherungsrande; der Schnitt ist horizontal, somit einem Längsschnitt entsprechend, geführt. Die Zellen *b* sind im Verfolge der Theilung wieder klein und rundlich geworden und füllen ihre Höhle ganz aus. Um die einzelnen Gruppen die Umrisse *a* der wieder ausgefüllten frühern Höhlen noch deutlich sichtbar.

Fig. 4. Hyaliner Knorpel aus einer alten Symphyse. Die Zellen *b* klein, rundlich, von einer hellen doppeltcontourirten Kapsel *a* umgeben. Der Hohlraum die eingeschlossene Zelle um das Mehrfache übertreffend.

Fig. 5. Dieselben Zellen nach der Zerfaserung der Grundsubstanz. Die Kapsel *a* membranartig die Zelle *b* umschliessend.

Fig. 6. Ein Stückchen Rippenknorpel vom Erwachsenen. Die Zelle *b* klein, rundlich, dunkel, von ihrer in verschiedener Weise ausgebildeten Kapsel *a* umgeben; diese letztere theils einfach, theils mehrfach. — Links zwei solcher Kapseln *a* sammt den eingeschlossenen Zellen *b* durch Salpetersäure isolirt.

Taf. VI.

Zwei Schnitte, senkrecht durch den Verknöcherungsrand junger Symphysen gelegt.

(Beide von getrockneten Präparaten genommen.)

Fig. 1. zeigt die der Ablagerung der Kalksalze vorangehende starke Aufblähung der Knorpelkapseln. Viele der Fächer *a* durch Herausfallen der Zelle *b* leer, von den hellen Kapselwänden umgeben.

Fig. 2. Die Verknöcherung bis an den noch nicht aufgeblähten Knorpel herangeschritten. Am Knochenrande einige der Kapseln theilweise aufgebläht und eingeschlossen, theilweise noch frei. *a.* Bereits verknöcherte Kapselwände; *b.* die (wie im Bilde zu wenig hervortritt) nicht verknöcherten Scheidewände. Sämmtliche Zellen aus den zwischenliegenden Fächern herausgefallen.

Taf. VII.

Drei Schnitte, senkrecht durch den Verknöcherungsrand der Symphyse gelegt.

Fig. 1. Aus der Symphyse eines jüngern Individuums. Rechts Knorpel mit einer Anzahl eiförmiger, von der hellen Kapsel umschlossener Zellenhaufen. Links 3 derselben in den Knochen eingeschlossen. Die obere durch Resorption der Scheidewände bereits in einen Hohlraum umgewandelt; bei der untersten hat solches erst in ihrem hintern Abschnitte stattgefunden, während im vordern noch die einzelnen Fächer sichtbar sind. Durch Herausfallen der Zellen sind sämmtliche Hohlräume leer. — Von einem getrockneten Präparate.

Fig. 2. Aus der Symphyse eines Neugebornen. Zwei ausgefüllte Knochenkapseln ältern Datums. Ihre Umrisse im Verschwinden und nur noch durch die buchtigen Linien *a* bezeichnet. Zwischen beiden die verknöcherte hyaline Knorpelsubstanz noch mehr oder weniger dunkel granulirt, aber im Begriff homogen zu werden. Die Knochenzellen *b* gross, noch ohne Strahlen, mit schönem Kern.

Fig. 3. Aus der Symphyse eines Erwachsenen. Rechts die Knorpelkapseln *a* in der Verknöcherung derjenigen der Grundsubstanz vorausgeschritten; von dunklen Kalksalzen grösstentheils ausgefüllt, im Centrum die kleine rundliche Zelle *b*. Links fertiger Knochen mit den kleinen strahlenlosen Zellen *c*. Porenkanälchen sind in diesem Präparate nicht zu sehen.

(Fig. 1. bei 150-, Fig. 2 u. 3. bei 270facher Vergr. gezeichnet.)

Taf. VIII.

Fig. 1 u. 2. Hyaliner Knorpel, aus der Nähe des Verknöcherungsrandes eines rhachitischen Röhrenknochens (bei 270facher Vergr. gezeichnet). — In Fig. 1. die Grundsubstanz geschwunden bis auf das Netzwerk der Kapselwände *a*, welches in seinen weiten Maschen die Zellen *b* einschliesst. — In Fig. 2. ist die gemeinschaftliche Kapsel nicht entwickelt. Die einzelnen Fächer selbstständig und von gesonderten Kapseln *a* umschlossen, darinnen die Zelle *b*.

Fig. 3. Aus der Wand der Symphysenhöhle, um die Entstehung der zottenartigen Fortsätze zu zeigen (bei 270facher Vergr. gezeichnet). Zwei Zellenhaufen noch vollständig von der faserigen Grundsubstanz umschlossen. Ein grösserer bis zu deren Oberfläche vorgerückt und im Begriff zu zerfallen. Links Ueberreste der Grundsubstanz in verschiedener Form.

Weitere Beobachtungen

über die

Jugendzustände und die Entwickelungsgeschichte von Pentastomum taenioides.

Von

Rud. Leuckart.

Die Leser dieser Zeitschrift werden sich aus meiner ersten Mittheilung über den beregten Gegenstand (Jahrg. 1857. S. 48—60: „Pentastomum denticulatum, der Jugendzustand von Pent. taenioides") erinnern, dass ich zu Entscheidung der Frage, ob das gelegentlich auch bei dem Menschen schmarotzende Pentastomum denticulatum ein ausgebildetes Thier sei oder, wie aus gewissen Gründen vermuthet werden konnte, den Jugendzustand des in der Nasenhöhle des Hundes vorkommenden Pentastomum taenioides darstelle, eine Reihe von Experimenten eingeleitet hatte. Ich hatte namentlich drei Hunde mit dem nur wenige Millimeter messenden Pent. denticulatum der Art inficirt, dass ich einige Dutzende dieser Parasiten (aus der Leibeshöhle eines Kaninchens) direct in deren Nasenhöhle überführte.

Die Resultate dieser Experimente sind meinen Lesern bis jetzt nur theilweise bekannt geworden. Sie wissen, dass ich bei dem einen, sechs Wochen nach der (am 17. Febr. 1857 vorgenommenen) Importation getödteten Hunde drei Exemplare eines Pentastomum vorfand, das trotz seiner geringen Grösse (8 — 10 Mm.) und seiner unvollständigen Entwicklung als Pentastomum taenioides bestimmt werden konnte. Wie ich dieser Mittheilung nachträglich noch hinzufügte, wurde bei dem zweiten Hunde ein noch viel überzeugenderes Resultat erzielt: es fanden sich bei demselben (den 20. Juni, etwa 17 Wochen nach Einleitung des Experimentes) nicht weniger

als neun und dreissig Pentastomen, deren Uebereinstimmung mit dem gewöhnlichen Pentastomum taenioides des Hundes nicht den geringsten Zweifel unterliegen konnte. Etwa die Hälfte dieser Exemplare war männlichen Geschlechts; die betreffenden Thiere waren völlig ausgebildet (15—16 Mm. lang) und hatten auch theilweise schon den Begattungsact vollzogen, wie man aus den bereits mit Sperma angefüllten Samentaschen einiger Weibchen erschliessen konnte. Diese letztern waren grösser, als die Männchen (bis 26 Mm.), trotzdem aber weder ausgewachsen, noch auch geschlechtlich zur Reife gelangt. Ihre Ovarien liessen eben erst die Anlagen der Eier erkennen und die Scheide, die bei den ausgebildeten Weibchen zugleich als Fruchthälter dient und mit zahllosen Windungen die ganze Leibeshöhle ausfüllt, war einstweilen nicht bloss leer, sondern auch noch ganz gestreckt und von unbedeutender Länge (etwa 12 Mm.).

Man hat sich mehrfach die Frage vorgelegt, wie bei den ausgebildeten Pentastomen die dem obern Ende der Scheide anhängenden zwei Samentaschen von aussen mit Sperma gefüllt werden könnten und angesichts der Schwierigkeiten, diese Thatsache bei der immensen Länge (3—4 Fuss) und der Unwegsamkeit der mit Eiern angefüllten Scheide gehörig zu erklären, öfters die Vermuthung ausgesprochen, dass die Angaben von dem getrennten Geschlechte unserer Parasiten auf einem Irrthume beruhen möchten. Die voranstehende Beobachtung liefert uns den vollständigsten Aufschluss über diese Verhältnisse. Sie zeigt uns, dass die Scheide des Weibchens zur Zeit der Begattung noch leer und kurz ist, nicht länger, als die beiden vorstreckbaren Röhren, die, nach der leicht zu constatirenden Entdeckung van Beneden's (recherches sur le developpement des Linguatules. Bruxelles 1849 p. 16), den männlichen Begattungsapparat repräsentiren und während des Ruhezustandes, vielfach zusammengewunden, in einem besondern Muskelbeutel versteckt sind. Dass die weiblichen Individuen zur Zeit der Begattung noch nicht geschlechtsreif sind, ist allerdings auffallend, bei den niedern Thieren (mit Samentaschen), besonders Insekten, aber auch sonst nicht selten zu beobachten.

Es kann hier natürlich nicht meine Absicht sein, den weitern Bau der Geschlechtsorgane bei unsern Thieren zu besprechen — ich behalte mir solches, wie überhaupt die Darstellung von den Organisationsverhältnissen der Pentastomen für eine spätere Gelegenheit vor — aber soviel darf ich wohl noch hervorheben, dass die Keimdrüsen unserer Thiere am

Rücken gelegen sind, während die Geschlechtsöffnungen an der Bauchfläche liegen, die weibliche am Hinterleibsende, dicht vor der Afteröffnung, die männliche (die für beide Cirrusbeutel gemeinschaftlich ist) sehr viel weiter nach vorn, in der Nähe der Mundöffnung.

Die Untersuchung des dritten Hundes, die am 25. August, also etwa sechs Monate nach der Infection mit Pentastomum denticulatum vorgenommen wurde, lieferte dasselbe positive Resultat, welches wir bei den zwei vorhergehenden Versuchen hervorzuheben hatten. Nasenhöhle und Sinus frontales beherbergten auch hier eine Anzahl von Pentastomum taenioides und zwar dieses Mal beiderlei Individuen in völliger Ausbildung. Die Männchen, deren nur zwei gefunden wurden, zeigten in Grösse und Bildung eine vollständige Uebereinstimmung mit den männlichen Pentastomen des zweiten Versuchsthieres; dieselben hatten offenbar schon damals, vor zwei Monaten, ihre ganze Entwicklung durchlaufen. Aber nicht so die daneben vorgefundenen drei weiblichen Individuen, die seit jener Zeit um mehr als das Doppelte ihrer Länge (bis zu 65 Mm.) gewachsen waren und inzwischen auch ihre volle Geschlechtsentwicklung erreicht hatten. Nicht bloss, dass das Ovarium derselben von Eiern der verschiedensten Entwicklung strotzte, auch die Scheide, die fast 1 M. maass, war mit Eiern angefüllt und zwar so vollständig, dass man nach einer, mit nur mässigen Ansätzen ausgeführten Berechnung die Menge derselben auf reichlich eine halbe Million veranschlagen durfte.

Die in der Scheide enthaltenen Eier waren natürlich alle reif; ja sie waren sogar alle befruchtet, wie man nicht bloss etwa daraus erschliessen konnte, dass dieselben vor ihrem Uebertritte in die Scheide die Mündungsstelle der oben erwähnten zwei Samentaschen passiren mussten, sondern namentlich auch daraus, dass sie schon in geringer Entfernung von dem obern Ende der Scheide die unverkennbarsten Zeichen der beginnenden Embryonalentwicklung zur Schau trugen. Das untere Fünftheil der Scheide enthielt sogar Eier mit völlig reifen Embryonen.

Die Embryonen unseres Pentastomum taenioides sind bereits vor mehreren Jahren von dem seither verstorbenen Helminthologen Schubart in Utrecht untersucht und beschrieben worden (Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie 1852. IV. Band, S. 117). Sie zeigen im Wesentlichen denselben Bau, den van Beneden schon früher (l. c.) bei den Embryonen des in der Lunge mehrerer Schlangenarten schmarotzenden

Pentastomum proboscideum gefunden hatte. Von den ausgebildeten Pentastomen sind dieselben so auffallend verschieden, dass man bei ihrer Untersuchung weit eher an gewisse Milben und verwandte Thiere, als an unsere wurmartigen Schmarotzer erinnert wird.

Der Leib unserer Embryonen zerfällt in zwei scharf von einander abgesetzte Theile, einen kurzen und breiten, eiförmigen Vordertheil (0,07 Mm. lang, 0,05 Mm. breit und fast eben so hoch), und einen ziemlich langen (0,056 Mm.), schmalen (0,010 Mm.) Schwanz, der während des Eilebens ganz constant nach der Bauchfläche umgeschlagen ist. Bei den Embryonen von Pent. proboscideum — und eben so sehe ich es bei einer zweiten, von Prof. Harley in London entdeckten Art aus der Lunge einer afrikanischen Schlange, Pent. multicinctum Harl., dessen Embryonen auch sonst fast vollständig mit denen von Pent. proboscideum übereinstimmen — ist dieser Schwanz dagegen sehr viel kürzer und gegen den übrigen Körper kaum in merklicher Weise abgesetzt, so dass die oben hervorgehobene Aehnlichkeit mit einer Milbe noch viel auffallender hervortritt. Das vordere Leibesende zeigt eine ziemlich grosse, klaffende Mundöffnung, deren unterer Rand durch eine halbmondförmige Aufwulstung der äussern, sonst nur zarten Chitinbedeckungen besonders ausgezeichnet ist. Dicht oberhalb dieser Oeffnung liegt ein — bei den mir bekannten Embryonen von Pent. proboscideum und Pent. multicinctum sehr viel stärkerer — Bohrapparat, der sich aus einem mittlern, gerade nach vorn gerichteten, dolchartigen Stachel und zwei kleinern, hakenförmig gekrümmten Spitzen zusammensetzt. Die wesentlichste Auszeichnung dieses Vorderleibes aber besteht in zwei Paar Krallenfüssen, die seitlich am Körper vorspringen und ungefähr die Gränzen des mittlern Drittheils einnehmen.

van Beneden und Schubart beschreiben diese Fusshöcker als zweigliedrig und lassen die beiden Krallen derselben einen Zangenapparat bilden; ich muss indessen die Richtigkeit dieser Angaben in Abrede stellen, und darf das um so entschiedener, als ich den betreffenden Gegenstand einer sorgfältigen Prüfung unterworfen habe.

Die embryonalen Fusshöcker von Pentastomum taenioides stellen einen einfachen, kurzen und kegelförmigen Zapfen dar, der mit seiner ganzen Breite ohne deutliche Gliederung aus der Körpermasse hervorwächst und an seinem Ende zwei klauenförmig gekrümmte Krallen trägt, die nicht hinter, sondern neben einander stehen und beide mit ihrer Spitze nach

rückwärts gekehrt sind. Das Ende der Fusshöcker, das diese Krallen trägt, ist abgestutzt und am Rande mit einem stärker verhornten Chitinringe versehen; ich zweifle kaum, dass die Krallen eine selbstständige Beweglichkeit besitzen.

Ausser dem eben erwähnten Chitinringe unterscheidet man in den Bedeckungen der Fusshöcker übrigens noch andere feste Einlagerungen von stabförmiger Bildung. Bei bestimmten Stellungen erscheinen dieselben unter der Form einer zweizinkigen Gabel, deren Zacken von der Ursprungsstelle divergirend nach abwärts laufen und bis an das Ende der Fusshöcker resp. den Chitinring derselben sich verfolgen lassen. Eine nähere Untersuchung zeigt, dass man bei solchen Ansichten beständig die vordere Fläche der Fusshöcker vor Augen hat. Um die betreffende Bildung gehörig zu verstehen, empfehle ich besonders die Profilansicht, durch deren Untersuchung man bald die Ueberzeugung gewinnt, dass von diesen Stäben eigentlich nur die beiden divergirenden Zacken der Chitinbedeckung des Fusses angehören, während der Stiel, in den sich dieselben fortsetzen, ohne weitern Zusammenhang mit den Chitinhüllen ist und frei in das contractile Körperparenchym hineinragt. Offenbar bildet dieser Stiel einen Hebelarm, durch den die Bewegung des kurzen und stummelförmigen Fusses beträchtlich erleichtert wird. Wie ich es hier beschrieben habe, verhält es sich übrigens nicht bloss bei den Embryonen von Pentastomum taenioides, sondern auch bei denen von Pent. proboscideum und Pent. multicinctum; ja bei letztern sind die Verhältnisse der Fussbildung noch deutlicher, weil die betreffenden Anhänge mit ihren einzelnen Theilen fast die doppelte Grösse besitzen.

Wenn die frühern Beobachter die Beine der Pentastomumembryonen aus zwei auf einander folgenden Segmenten bestehen liessen, so haben sie sich dabei wohl durch die eingelagerten Chitinstäbe täuschen lassen und namentlich den stielförmigen Fortsatz der Fussbedeckungen für den vorderen Contour eines besondern Segmentes gehalten. In gewissen Lagen ist solche Täuschung auch wirklich leicht möglich, doch kann man sich durch andere und bestimmtere Ansichten ziemlich bald von dem richtigen Verhalten überzeugen.

Manche Zoologen scheinen der Ansicht zu sein, dass sich diese Fusshöcker der Pentastomumembryonen während der spätern Entwicklung allmälig in den bekannten Krallenapparat der ausgebildeten Thiere verwandelten. Ich selbst war einer solchen Annahme anfangs um so weniger abgeneigt, als die Chitingabel der Fusshöcker wirklich eine gewisse Aehnlichkeit mit

dem spätern Stützapparate besitzt und die beiden Krallen der Embryonen leicht den beiden Haken des Pentastomum denticulatum gleich gesetzt werden könnten. Durch spätere Untersuchungen habe ich indessen die Unrichtigkeit dieser Vermuthung erkannt und die Ueberzeugung gewonnen, dass die Krallenfüsse unserer Embryonen mit allen ihren einzelnen Theilen einen Apparat darstellen, der in der spätern Metamorphose spurlos untergeht. In physiologischer Beziehung kann man jedoch die betreffenden Gebilde immerhin mit dem Krallenapparate der ausgebildeten Thiere vergleichen. In ähnlicher Weise wiederholen sich bei unsern Embryonen auch die Stachelkränze des Pentastomum denticulatum durch einige kleine und zarte Spitzen, die sich in symmetrischer Anordnung (aber wechselnder Zahl) an dem letzten Ende des Schwanzanhanges vorfinden.

Ausser den bisher beschriebenen Gebilden findet sich bei unsern Embryonen noch auf der Mitte des Rückens eine rundliche, saugnapfartige Grube, deren Boden sich in Form eines Kreuzes aufwulstet. Auch die Embryonen von Pent. proboscideum und Pent. multicinctum besitzen diese Rückengrube, nur ist dieselbe hier weniger auffallend und ohne Kreuz. Innere Organe lassen sich nicht unterscheiden. Es gelingt nicht einmal, einen Darmapparat zu entdecken, obgleich die Mundöffnung eine ziemlich bedeutende Grösse hat. (Ueber die Anwesenheit einer Afteröffnung blieb ich im Ungewissen.) Das gesammte Körperparenchym besteht aus einer ziemlich homogenen körnigen Substanz, in welche, besonders in der Tiefe, zahlreiche fettartig glänzende Körperchen eingelagert sind.

Die hier beschriebenen Embryonen werden übrigens bei unsern Pentastomen niemals frei im Innern der Geschlechtswege angetroffen, sondern bleiben beständig, auch im letzten Abschnitte des Fruchthälters, von ihren Eihüllen umgeben. Die Zahl dieser Eihüllen beläuft sich auf drei, wie auch schon Schubart und van Beneden ganz richtig angaben. Die äusserste derselben bildet einen hellen und durchsichtigen, bei Pent. taenioides vielfach gefalteten Mantel, der durch einen weiten Zwischenraum von den beiden innern Eihäuten abgetrennt ist und eine klebrige Beschaffenheit besitzt, so dass sich die Eier mit grosser Leichtigkeit an fremde Gegenstände anhängen; ein Umstand, der die Verbreitung und Uebertragbarkeit derselben gewiss in hohem Grade befördert. Bei Pentastomum taenioides verwandelt sich die Substanz dieser äussern Eihülle nach Zusatz von kaustischem Kali in

eine gallertartige Masse, die sich bei längerer Einwirkung auflöst, während die beiden innern, dicht auf einander liegenden Eihäute unverändert bleiben. Diese letztern besitzen eine sehr feste und spröde Beschaffenheit, so dass man sie leicht durch Anwendung eines Druckes zum Springen bringt. Namentlich gilt solches von der mittlern Eihülle, die sich vor der innern auch durch beträchtlichere Dicke und gelbliche Färbung auszeichnet. Von letzterer giebt Schubart an, dass sie constant mit einer kleinen „Oeffnung oder Facette versehen sei.“ Nach unsern heutigen Erfahrungen über die Befruchtung der thierischen Eier könnte man diese Angabe vielleicht dahin deuten, dass die Eier der Pentastomen mit einer Micropyle versehen seien, allein jene scheinbare Oeffnung ist in Wirklichkeit nichts weniger, als eine Micropyle. Eine Untersuchung der frühern Entwicklungsstadien belehrt uns sehr bald, dass die ganze innerste Eihülle mit sammt dem fraglichen Gebilde erst lange nach der Befruchtung entsteht und zwar auf eine so eigenthümliche Weise, dass man dieselbe vielleicht mit allem Rechte als eine Embryonalhaut in Anspruch nehmen könnte. Es sind nur die Eier des letzten Scheidenviertheils, welche die oben beschriebenen drei Häute erkennen lassen, während die übrigen Eier deren nur zwei besitzen, die spätern äussere und mittlere. Im ersten Anfangstheile der Scheide sind diese Häute überdies nur dünn und dehnbar und dicht auf einander gelegen, die äussere ausserdem auch von einer abweichenden körnigen Beschaffenheit. Alles das sind Momente, die uns die Möglichkeit einer Befruchtung auch ohne Micropyle begreiflich machen.

Die ersten Zeichen der beginnenden Embryonalentwicklung bestehen in einer Dotterfurchung, die jedoch schon früher, meist schon nach der Zweitheilung, unregelmässig wird und überhaupt nur wenig auffallend ist, da die einzelnen Dotterballen sich niemals zu besondern kugligen Bildungen gegen einander absetzen. Nach vollendeter Furchung hat der Dotter so ziemlich wieder das frühere feinkörnige Aussehen angenommen, nur dass er jetzt durchsichtiger geworden ist. Eine deutliche Zellenstructur ist dabei kaum wahrzunehmen, doch wohl weniger, weil dieselbe fehlt, als vielmehr deshalb, weil die Zellen eine sehr geringe Grösse und eine ziemlich homogene Beschaffenheit besitzen.

Während der Dotter unserer Pentastomen anfänglich den ganzen Innenraum des ovalen Eies ausgefüllt hatte, zieht sich derselbe einige Zeit nach vollendeter Dotterfurchung zusammen,

so dass ein Zwischenraum zwischen ihm und der zunächst aufliegenden Hülle entsteht. (Die Beschaffenheit dieser Hülle ist jetzt bereits die spätere; ebenso ist die äussere Eihaut bereits durchsichtig und abstehend.) Die Oberfläche des Dotters wird dabei zu einer scharfen, fast hautartigen Begrenzung. In der Mitte der spätern Rückenfläche entsteht eine seichte sattelförmige Einsenkung. Wo diese Einsenkung am tiefsten ist, verdickt sich die häutige Oberfläche des Dotters zu einem hellen zapfenartigen Gebilde, das um ein verhältnissmässig ganz Ansehnliches in die Masse des körnigen Dotters hineinragt.

Auf diesem Entwicklungszustande verharrt das Ei unserer Pentastomen eine lange Zeit, wie man wenigstens daraus abnehmen kann, dass mehr als zwei Fünftheile der Scheide mit Eiern dieses Stadiums erfüllt sind. (Bei dem von mir untersuchten Pentastomum oxycephalum aus der Lunge des Kaimans scheint die Entwicklung der Eier in der Scheide des Mutterthieres überhaupt nicht weiter vorwärts zu gehen; es wurden wenigstens bei einem Dutzend solcher Thiere keine spätern Entwicklungstadien angetroffen.) Im Anfang des letzten Scheidendritttheils nimmt der eben beschriebene Rückenzapfen eine stundenglasförmige Gestalt an; er theilt sich durch ringförmige Einschnürung in eine obere und untere Hälfte, von denen die erstere mit ihren Rändern direct in die inzwischen immer schärfer hervortretende hautartige Grenzschicht des Dotters übergeht. Ungefähr um dieselbe Zeit bemerkt man in der Mitte der spätern Buchfläche, dem Rückenzapfen gegenüber, eine quere Furche, durch welche dieselbe in eine vordere und hintere Zone getheilt wird. Die hautartige Begrenzung der Dottermasse nimmt an der Bildung dieser Furche keinen Antheil, sie geht vielmehr brückenartig über dieselbe hinweg, so dass sich an der betreffenden Stelle jetzt ein kleiner Zwischenraum zwischen der Dottermasse und der früher dicht darauf liegenden Hautschicht bildet. Uebrigens verharrt diese Furche nur eine kurze Zeit in ihrer primitiven Form; sie vertieft sich sehr bald zu einer Spalte, die in diagonaler Richtung nach dem einen (hintern) Pole in die Dottermasse hineinwächst. Das Dottersegment, welches durch die Spalte abgetrennt wird und nur noch an der Rückenfläche des Eies mit dem übrigen Dotter zusammenhängt, ist die erste Anlage des Schwanzes, von dem bereits oben bemerkt wurde, dass er während des Eilebens beständig unterhalb des Bauches nach vorn zu umgeschlagen sei.

Nachdem nun der Dotter unserer Eier auf solche Weise

im Allgemeinen die Gestaltverhältnisse des spätern Embryonalkörpers angenommen hat, beginnt derselbe auch an andern Stellen von der ihm aufliegenden Hautfläche zurückzuweichen und sich mit einer neuen Cuticularhülle, dem spätern Chitinpanzer, zu überziehen. Die frühere Dotterhaut wird auf solche Weise zu einer kapselartigen Umhüllung des Embryo, wie die schon lange vorher gebildeten zwei primitiven Eihäute; sie wird zur innersten Eihülle. An dem Rückenzapfen hängt diese Hülle freilich noch eine Zeitlang mit dem im Innern eingeschlossenen Embryonalkörper zusammen. Aber auch dieser Zusammenhang wird allmälich gelöst, und zwar dadurch, dass die Einschnürung in der Mitte des Rückenzapfens, deren wir oben gedacht haben, immer tiefer greift und das betreffende Gebilde schliesslich in zwei isolirte Stücken trennt. Das obere Stück bleibt an der innern Eihaut sitzen und bildet dann die von Schubart gesehene „Facette," während das untere Stück, dessen Ränder sich inzwischen mit der Chitinbekleidung des Embryo verbunden haben, zu der Rückengrube des Embryo wird. Nach der Abtrennung geht übrigens nicht selten eine Aenderung in dem Lagenverhältniss des Embryonalkörpers zu der innern Eihaut vor sich, wesshalb man denn auch die Facette gar oftmals seitlich oder gar an der Bauchfläche des Embryo antrifft, wie das auch Schubart hervorhebt.

Noch bevor die Trennung der spätern Rückengrube von der Facette der innern Embryonalhülle vollendet ist, haben sich auch die Fusshöcker unserer Thiere mit ihrem Krallenapparate gebildet. Sie entstehen zu einer Zeit, in der eben erst die Anlage des Schwanzes vollendet ist und die Cuticula noch äusserst dünn erscheint, und zwar als ein Paar Erhebungen zu den Seiten des Vorderkörpers. Die Krallen bilden sich früher als die Chitinleisten und von letztern wieder die Gabelzacken früher, als der Stiel. Gleichzeitig mit den Krallen entsteht am Vorderende des Embryonalkörpers eine rundliche Einsenkung, der Mund, dessen Chitinrand freilich erst später sich verdickt, wenn an den Beinen die Stützapparte sichtbar werden.

Es ist in neuerer Zeit bekanntlich Mode geworden, die Pentastomen als krebs- oder milbenartige Thiere zu betrachten. Die voranstehenden Beobachtungen über die embryonale Entwicklung dürften jedoch kaum zu Gunsten dieser Auffassung sprechen und könnten vielleicht viel eher gegen dieselbe geltend gemacht werden. Es wurde bisher für ein ganz allgemeines Gesetz gehalten, dass sich die Arthropoden, zu denen die Krebse

und Milben gehören, mittelst eines Primitivstreifens entwickeln, während uns die Pentastomen das Bild einer allseitigen Entwicklung vorführen, wie wir sie bei den Würmern zu finden gewohnt sind. Dass auch die Bildung der Embryonalbeine keineswegs in dem Grade milben- oder krebsartig ist, wie man früherhin annahm, als man ihnen eine Gliederung beilegte, ist oben ausführlich nachgewiesen worden. Wie sich unsere Kenntnisse von den Pentastomen jetzt gestaltet haben, wird man es keinesfalls ohne Weiteres als falsch und unnatürlich bezeichnen können, wenn Jemand die alte Ansicht von der Wurmnatur unserer Thiere vertreten wollte. Doch eine weitere und eingehende Prüfung dieser Verhältnisse gehört nicht hieher, ich erwähne dieselbe überhaupt nur desshalb, weil manche neuere, auch dem ärztlichen Publicum wohl bekannte Helminthologen auf die Krebs- oder Milbennatur unserer Schmarotzer ein gewisses, vielleicht zu grosses Gewicht gelegt haben. Uebrigens ist auf der andern Seite trotz den hier angeregten Bedenken nicht zu vergessen, dass die Pentastomen in mehrfacher Beziehung (Gesammtform des Embryo, Bildung des Chitinpanzers, Querstreifung der Muskeln u. s. w.) wirklich eine grössere Annäherung an die höhern Gliederthiere besitzen, als wir das sonst bei einem Wurme zu finden gewohnt sind.

Kehren wir indessen nach diesen Bemerkungen wieder zu unserm eigentlichen Gegenstande, zu der Lebensgeschichte unserer Pentastomen zurück.

Die drei mit Pentastomum denticulatum von mir inficirten Hunde sind bei der Untersuchung also ohne Ausnahme mit Pentastomum taenioides und zum Theil sogar mit sehr zahlreichen Exemplaren dieses seltenen Schmarotzers behaftet gewesen; auch entsprach der verschiedene Entwicklungszustand dieser Thiere genau den Verschiedenheiten und der Zeitdauer unserer Experimente und zwar der Art, dass die Entwicklung derselben mit der Entfernung von dem Infectionstermine immer vollständiger wurde. Wir sind nach diesen Resultaten gewiss vollkommen zu der Schlussfolgerung berechtigt, dass die in den inficirten Hunden vorgefundenen Pentastomen von dem beigebrachten Pentastomum denticulatum abstammten, dass das Pentastomum denticulatum mit andern Worten den Jugendzustand von Pentastomum taenioides darstellt.

Mit der Feststellung dieser Thatsache sind unsere Kenntnisse von der Lebensgeschichte der betreffenden Schmarotzer nun allerdings um ein sehr Beträchtliches gefördert, aber doch noch keineswegs zu einem Abschlusse gebracht. Bevor wir uns dessen rühmen dürfen, muss erst die Frage nach der Entwicklungsgeschichte des Pentastomum denticulatum erledigt werden.

Die jungen Embryonen von Pentastomum taenioides zeigten uns Bildungsverhältnisse, die von denen des Pent. denticulatum sehr auffallend verschieden sind; in welcher Weise und unter welchen Verhältnissen diese Verschiedenheiten ausgeglichen werden, ist einstweilen noch völlig unbekannt.

Ich babe in meiner ersten Mittheilung über Pentastomum denticulatum die Vermuthung ausgesprochen, dass die Eier von Pentastomum taenioides, die nach ältern, gelegentlich von mir gemachten Beobachtungen mit dem Nasenschleime nach aussen gelangen, zufällig auf die Nahrungsstoffe der Kaninchen u. s. w. übertragen und von diesen Thieren dann verschlungen würden. Im Innern des Magens, so wurde weiter angenommen, werden dann die Eihüllen durch Einwirkung der Verdauungssäfte aufgelöst; die Embryonen werden frei, sie durchbohren die Wandungen des Darmes, gelangen in die verschiedensten Organe und entwickeln sich hier unter günstigen Umständen zu der uns bekannten Form des Pent. denticulatum. Diese Vermuthungen gründeten sich theils auf die Organisation des Embryo und die Beschaffenheit seiner Eihüllen, theils auch auf die Analogie mit andern Helminthen, besonders den Tänien[1]), deren Eier und Embryonen ähnliche Verhältnisse darbieten. Dazu kam, dass ich bei einer frühern Gelegenheit vergebens den Versuch gemacht hatte, die Embryonen unserer Thiere durch längere Aufbewahrung im Wasser zum Ausschlüpfen zu bringen.

Die Richtigkeit dieser Vermuthungen musste jetzt auf experimentellem Wege geprüft werden. Ich verfütterte zu

---

[1]) Ich sage hier mit Vorbedacht nur „Tänien" nicht „Cestoden", denn die Bothriocephalen verhalten sich in dieser Beziehung — ob freilich alle, ist erst zu untersuchen — anders. Die Eier von Bothriocephalus latus enthalten nämlich (nach den mir durch Herrn Dr. Verloren aus Utrecht näher bekannt gewordenen Untersuchungen Schubart's) einen Embryo, der trotz seiner sechs Häkchen mit einem Flimmerkleide versehen ist und mit Hülfe dieses Apparates eine Zeitlang im Wasser umherschwärmt, bevor er sein Schmarotzerleben beginnt. Damit stimmt auch die Anwesenheit eines Deckelapparates an den Eischalen, eine Einrichtung, die dem Embryo ein Ausschlüpfen aus den festen Schalen ohne Auflösung derselben ermöglicht.

diesem Zwecke noch am ersten Tage der letzten Untersuchung (d. 25. August) die mit reifen Embryonen versehenen Eier meiner drei Pentastomenweibchen an acht Kaninchen.

Zwei dieser Versuchsthiere wurden schon in den nächsten Tagen getödtet. Ich hegte dabei die Hoffnung, die jungen Embryonen auf der Wanderung im Innern ihres Wirthes zu überraschen, muss aber leider berichten, dass die in dieser Richtung von mir angestellten Untersuchungen ohne Erfolg gewesen sind, zum Theil vielleicht desshalb, weil ich, eines günstigen Resultates überhaupt noch ungewiss, mich nicht mit derjenigen Ausdauer der Beobachtung widmete, wie sie in so delicaten Fragen erfordert wird. Uebrigens ist mir jetzt kaum zweifelhaft, dass eine Wiederholung dieser Untersuchungen die Mühe belohnen wird, denn das Auffinden unserer Pentastomumembryonen ist jedenfalls mit geringern Schwierigkeiten verbunden, als das der sechshakigen Blasenbandwurmembryonen, deren Grösse sehr viel geringer ist. Die Grössenunterschiede zwischen beiderlei Embryonen sind so auffallend, dass dieselben möglicher Weise sogar auf die Wege influiren, welche die Wanderer im Körper einschlagen. So viel ist wenigstens gewiss, dass, wenn die Embryonen unserer Pentastomen, gleich denen der Blasenbandwürmer, durch die Blutwelle fortbewegt werden, dieses nur dann geschieht, wenn sie in grössere Gefässe hineingerathen.

Meine Hoffnungen waren durch diese ersten negativen Resultate noch immer beträchtlich herabgestimmt, als ich mich nach der Rückkehr von einer längern Ferienreise am 5. November an die Untersuchung eines neuen Kaninchens machte. Nach meinen frühern Erfahrungen über die künstliche Erziehung der Blasenwürmer durfte ich — den günstigen Fall vorausgesetzt — jetzt, zehn Wochen nach eingeleitetem Versuche ein eclatantes Resultat erwarten; allein mein Versuchsthier schien auch dieses Mal meine Hoffnungen zu Schanden machen zu wollen. Bei der ersten, oberflächlichen Besichtigung erschien dasselbe völlig gesund und bis auf einige Cysticerken völlig frei von Parasiten. Erst bei aufmerksamer Untersuchung entdeckte ich an der Oberfläche der Leber eine Anzahl kleiner heller Knötchen, die höchstens bis 0,3 Mm. im Durchmesser hatten. Allein diese Knötchen liessen sich nur so schwer und so unvollständig isoliren, dass ich über ihre Beschaffenheit nicht in's Klare kommen konnte. Ich überzeugte mich nur davon, dass dieselben aus einer Zellgewebscyste bestanden, die einen fremden Körper im Innern einschloss. Ein Ausschälen des letztern wollte nicht

gelingen, jedoch wurden die desshalb angestellten Versuche bald aufgegeben, da ich inzwischen gefunden hatte, dass ganz ähnliche, nur etwas grössere Cysten (durchschnittlich von 0,5 Mm., einzelne selbst bis 1 Mm. im längsten Durchmesser) auch in der Lunge vorkamen und hier der Untersuchung viel geringere Schwierigkeiten entgegenstellten.

An letzteren Cysten wurde nun auch bald constatirt, dass der Inhalt ein Parasit — und zwar ein Pentastomum sei. Freilich war dasselbe eben sowohl von den uns bekannten Embryonen, als auch von Pentastomum denticulatum so sehr verschieden, dass eine bereits ziemlich genaue Kenntniss des Pentastomenbaues dazu gehörte, es überhaupt als solches zu erkennen. Ein Unkundiger würde dasselbe vielleicht eher für einen unvollständig entwickelten Trematoden gehalten haben.

Unser junger Parasit füllte seine Cyste vollständig aus. Eine Körnerschicht, wie sie bei den jungen Blasenwürmern zunächst im Umkreise des Körpers sich vorfindet, fehlte. Die Körperform war die eines sehr gedrungenen kurzen Cylinders, dessen Länge, je nach der Grösse der etwas ovalen Cyste, von 0,25—0,6 und 0,7 Mm. betrug. Das vordere Körperende war abgestumpft, das hintere stark verjüngt und etwas nach der Bauchfläche gekrümmt, ohne jedoch irgend welche deutliche und scharfe Abgrenzung gegen den Vorderkörper zu besitzen. Die Krümmung blieb auch, wenn der Wurm aus seiner Cyste hervorgezogen war. Von innern Organen unterschied man einen kurzen, fast sackförmigen Magen, der mit seinem körnigen Inhalte durch die dicken, aber durchsichtigen Körperwandungen hindurchschimmerte. Die beiden Enden des Magens standen mit einem sehr dickwandigen Canale im Zusammenhang, das vordere mit der Speiseröhre, die in einiger Entfernung von dem Körperende an der Bauchfläche ausmündete, das hintere mit dem Afterdarme, dessen Mündungsstelle genau mit dem hintern, konischen Körperende zusammenfiel. Die Grösse des Mundes war im Vergleich mit dem des Afters sehr ansehnlich. Weitere Organe konnten nicht aufgefunden werden. Ebensowenig irgend welche histologische Elemente mit Ausnahme der Zellen, aus denen sich in gleicher Weise die Wandungen des Darmes, wie des Körpers zusammensetzten. Die äussere Körperfläche trug ein dünnes, aber doch sehr festes und deutliches Chitinkleid, dessen röhrenförmige Fortsetzungen auch Speiseröhre und Afterdarm im Innern auskleideten.

Ich habe bei Beschreibung unserer jungen Schmarotzer

bis jetzt kaum eines einzigen Merkmales gedacht, an dem man die Pentastomennatur derselben erkennen könnte. Allerdings besitzen dieselben eine Chitinbedeckung, wie sie abgesehen von den Pentastomen sonst den Entozoen fehlt, allein andererseits sind sie durch Körperform, Abwesenheit der Ringelung und besonders auch den gänzlichen Mangel des Hakenapparates von den Pentastomen so auffällig verschieden, dass man vielleicht geneigt sein könnte, auf diese Differenzen ein grösseres Gewicht zu legen, als auf jene Uebereinstimmung in der Beschaffenheit der äussern Bedeckungen. Was mir indessen von Anfang an die Ueberzeugung gab, dass ich es mit jungen Pentastomen zu thun hatte, war nicht bloss die vorausgegangene Fütterung mit Pentastomeneiern, sondern weiter auch die Bildung der Mundöffnung und die Anwesenheit von Stigmata, wie sie mir aus meiner frühern Untersuchung von Pentastomum denticulatnm noch genau im Gedächtniss waren.

Was den Mund unserer Parasiten betrifft, so war dieser ganz dieselbe klaffende Oeffnung, wie bei den ausgebildeten Pentastomen, und ganz auf dieselbe Weise mit verdickten Chitinrändern umgeben, so dass eigentlich nur die geringere Grösse als ein Unterschied von der spätern Bildung aufgefunden werden konnte. Gleiches gilt in Betreff der Stigmata, nur dass sich diese noch nicht über den ganzen Körper verbreiteten, sondern einstweilen bloss auf der vordern Rückenfläche entwickelt waren. Sie bilden hier eine Anzahl von 6—10 Querreihen, die vorn nur etwa 2—4 Stigmata enthalten, und auch da, wo sie am vollständigsten ausgebildet sind, höchstens acht solcher Oeffnungen erkennen lassen. Hinter jedem Stigma liegt, wie ich das auch schon bei Pentastomum denticulatum gesehen hatte, eine kleine helle Blase, die durch dasselbe ausmündet, einstweilen aber, bei der Durchsichtigkeit der äussern Bedeckungen, viel deutlicher war, als später, und eine helle, vacuolenartige Beschaffenheit darbot.

Unsere Parasiten waren übrigens schon auf dem vorliegenden Entwicklungsstadium einer mehrfachen Häutung unterworfen gewesen. Ausser dem Wurme enthielt die Cyste nämlich ganz constant noch eine oder zwei, selbst drei abgestreifte Chitinhäute, mit Mundöffnung und Stigmata, wie sie im Voranstehenden beschrieben worden, nur dass die Mundöffnung noch kleiner und die Stigmata noch weniger zahlreich waren. Bei manchen besonders grössern Exemplaren hatte sich überdies die Chitinhaut von den darunterliegenden Körperwänden,

besonders an der Bauchfläche, weit zurückgezogen; es unterlag keinem Zweifel, dass solche Exemplare dicht vor einer neuen Häutung standen. Bewegungen wurden an den Parasiten niemals wahrgenommen.

Vergleichen wir unsere jungen Schmarotzer mit den ersten Embryonalzuständen, so ist unverkennbar, dass sie sich weit mehr als diese an den Bau der ausgebildeten Pentastomen anschliessen. Wir möchten sogar die Aehnlichkeit mit letztern eine grössere nennen, als die mit jenen milbenartigen Wesen, die wir in den Pentastomeneiern sich entwickeln sahen und die auf eine noch unbekannte Weise sich in die vorliegenden Würmer umgewandelt haben.

Bei der am 13. December, fünf Wochen später, vorgenommenen zweiten Untersuchung waren die Cysten mit ihren Insassen um ein Beträchtliches gewachsen, so dass die Länge derselben reichlich 1,3 Mm., ihre Höhe ungefähr 0,6 Mm. betrug. Uebrigens waren die Cysten dieses Mal fast ausschliesslich auf die Lungen beschränkt, hier aber in der Tiefe fast eben so häufig anzutreffen, wie an der Oberfläche[1]). Wie früher, lag der Wurm zusammengekrümmt im Innern seiner Cyste, ja die Krümmung desselben war sogar weit stärker, und der Schwanz weit mehr nach vorn umgeschlagen, ein Umstand der in der beträchtlich gewachsenen Länge des Wurmkörpers (1,6 Mm.) seine genügende Erklärung finden dürfte. Auch der Magen hat an dieser Längesstreckung theilgenommen. Während derselbe bei den zuerst beobachteten jungen Pentastomen noch eine sackartige Bildung hatte, war er jetzt zu einem darmförmigen Abschnitte geworden, der sich nach hinten ohne äussere Grenzen in den Afterdarm fortsetzte. Die Wandungen dieses Magens zeigten kräftige peristaltische Bewegungen, während der Körper noch immer bewegungslos erschien und die oben erwähnte Krümmung auch nach dem Ausschälen aus seiner Cyste beibehielt. Muskelfasern konnten übrigens trotz jener Bewegungen eben so wenig

---

[1]) Ausser diesen Pentastomencysten fanden sich bei dem Versuchsthiere, das in der Nacht vorher crepirt war, auch noch zahlreiche tuberkelartige Ablagerungen, die zum Theil mehrere Millimeter maassen und an den Rändern der Lunge hier und da selbst zu sehr ausgedehnten Massen zusammengeflossen waren. Bei näherer Untersuchung ergaben sich diese Ablagerungen als Wurmnester, die von zahllosen jungen Nematoden und Nematodeneiern auf verschiedener Entwicklungsstufe herrührten. Ausgebildete Parasiten, von denen diese Eier abstammen könnten, wurden nicht aufgefunden. Einen sehr ähnlichen Fall, aus der Lunge der Katze, beobachtete Henle, ration. Pathologie, S. 789 u. 798.

in dem Wandungen des Magens, wie in denen des Körpers nachgewiesen werden.

Wenn sich nun schon in der beträchtlichern Längsstreckung des Leibes, wie auch besonders des Magens eine weitere Annäherung an den Bau der spätern Pentastomen ausspricht, so ist solches in einem noch weit höhern Maasse in Betreff der Chitinhaut hervorzuheben. Nicht bloss, dass sich die Stigmata mit ihren Bläschen jetzt über die ganze Körperlänge ausgebreitet hatten und am Bauche jetzt eben so gut, wie an der Rückenfläche vorhanden waren; auch die ersten Anlagen des spätern Hakenapparates hatten sich inzwischen hervorgebildet, so dass jetzt natürlich die Pentastomennatur unserer Schmarotzer auch einem frühern Zweifler gegenüber bewiesen sein dürfte. Freilich, müssen wir hinzufügen, sind diese ersten Anlagen des Hakenapparates nicht nur ausserordentlich zart, sondern auch in ihrer Gestalt und Bildungsweise so abweichend, dass ein völliges Verständniss derselben erst durch Untersuchung der spätern Entwicklungszustände möglich wurde.

Zu den Seiten der Mundöffnung bemerkt man bei unsern Würmern rechts und links in einiger Entfernung von einander zwei kurze Streifen, die in diagonaler Richtung von vorn und aussen nach hinten und innen hinziehen. Diese Streifen sind Spaltöffnungen, die sich nach hinten in eben so viele taschenförmige Vertiefungen fortsetzen. Die seitlichen Wände dieser Taschen sind völlig eben, aber der hintere Boden derselben erhebt sich in Form zweier rundlicher Höcker oder Vorsprünge, die dicht neben einander stehen, der eine mehr nach aussen, der andere mehr nach innen. Die Chitinhaut, die sich durch die Spaltöffnung der Taschen hineinschlägt und die Innenfläche derselben auskleidet, überzieht natürlich auch die beiden Vorsprünge, ohne sich hier jedoch irgend wie durch besondere Dicke oder Färbung auszuzeichnen. Nur insofern ist dieser Chitinüberzug am Boden der spätern Hakentasche besonders entwickelt, als er an der äussern Seite der höckerförmigen Vorsprünge eine ansehnliche Falte bildet, die eine ziemliche Strecke weit nach hinten in das Körperparenchym hineinragt und die Substanz des äussern Höckers dadurch in längerer Ausdehnung gegen die übrige Leibesmasse absetzt. In histologischer Beziehung ist übrigens die Substanz dieser Höcker, wie überhaupt die Umgebung der Chitintasche, einstweilen noch in keinerlei Weise von dem übrigen Körperparenchym verschieden.

Die hier beschriebenen Bildungsverhältnisse der äussern

Chitinhaut sind der Art, dass sie sich wohl nur durch eine mehrfach wiederholte Häutung aus den frühern Zuständen entwickeln konnten; es steht in Uebereinstimmung mit dieser Annahme, dass die Zahl der abgestreiften, neben den Wurme liegenden Chitinhäute sehr constant auf vier oder fünf vermehrt ist. In der Regel trifft man dieselben vor dem Schwanzende unserer Thiere, in den Zwischenräumen zwischen der Hinterleibsspitze und der Bauchfläche. Durch dichte Querfaltung sind sie gewöhnlich zu ringförmigen Strängen zusammengedreht.

Die nächste Section, die am 5. Januar d. J. vorgenommen wurde, lieferte dasselbe positive Resultat, wie die zwei vorhergehenden. Es waren auch hier wieder vorzugsweise die Lungen, die mit Pentastomumcysten durchsetzt waren und zwar mit einer so bedeutenden Menge, dass man die Zahl ohne Uebertreibung auf viele Hunderte abschätzen durfte. Die grosse Magerkeit und das elende Aussehn, die mich das betreffende Thier zur Section hatte auswählen lassen, möchten wohl nicht ohne Zusammenhang mit diesem Umstande gewesen sein, zumal die Cysten auch in andern Organen, besonders unter den serösen Ueberzügen der Leber und Därme, auch in den Mesenterien und dem Zwerchfell vorhanden waren.

Cysten und Würmer waren natürlich wiederum gewachsen; die letztern hatten eine Länge von fast 3 Mm., waren aber noch stärker gekrümmt als früher und noch eben so unbeweglich. Auch die Gesammtform des Leibes war noch immer die gleiche. Noch immer keine Spur von Ringelung und Stachelkränzen. Das Einzige, was an die spätere Segmentirung erinnerte, war die regelmässige ringförmige Anordnung der Stigmata mit ihren Vacuolen.

Die für uns hier wichtigste Veränderung der jungen Schmarotzer betraf die Hakenapparate oder vielmehr, um es genauer zu specificiren, die beiden Erhebungen am Boden der Hakentasche, die sonst keinerlei Abweichung von dem frühern Verhalten zeigte. Während diese Erhebungen in dem vorhergehenden Falle beide eine übereinstimmende halbkugelförmige Gestalt besessen hatten, war jetzt ein Formenunterschied zwischen ihnen eingetreten. Der äussere Höcker hatte seine frühere Bildung beibehalten, aber der innere war durch Entwicklung einer vorspringenden, ziemlich scharfen Spitze in einen Zahnfortsatz verwandelt. Von den spätern Krallen war dieser Zahnfortsatz freilich noch immer sehr verschieden; er war nicht bloss sehr viel kleiner, besonders niedriger, sondern auch von abweichender Form, und ganz von derselben Chitin-

hülle bekleidet, die sich auch sonst an den Wandungen der Taschen und auf der äussern Körperoberfläche entwickelt hatte. Die Chitinfalte an der Aussenseite des Zapfenapparates war noch tiefer geworden, als früher, und eben so hatte sich jetzt auch zwischen den beiden Höckern eine ähnliche, nur kürzere Falte entwickelt. Auch war das Parenchym im Umkreis dieser Falten mit sammt der Zellenmasse der beiden Vorsprünge gegen das übrige Gewebe der Leibeswand deutlich abgesetzt, ohne jedoch histologisch davon auffallend verschieden zu sein.

Wenn es hier meine Absicht wäre, eine vollständige Entwicklungsgeschichte der Pentastomen zu geben, so würde ich noch weiter hervorheben müssen, dass inzwischen auch eine ganze Reihe von innern Organen bei unsern Thieren zur Bildung gekommen sind, wie denn überhaupt grade die Zeit, aus der die vorliegenden Exemplare stammen, vorzugsweise der organologischen Entwicklung gewidmet zu sein scheint. Ich erwähne unter den jetzt deutlich zu unterscheidenden innern Gebilden hier nur das Nervensystem und die Geschlechtsorgane. Schon bei den Parasiten des vorigen Kaninchens hatte ich die ersten Spuren dieser Apparate wahrgenommen, ohne dieselben jedoch mit Bestimmtheit deuten zu können; gegenwärtig konnte über ihre Natur kein Zweifel mehr obwalten. Von besonderem Interesse ist die frühzeitige Genese der Geschlechtsapparate, die man schon jetzt mit aller Bestimmtheit als männliche und weibliche erkennen konnte, obwohl beiderlei Gebilde einstweilen weit weniger, als später im ausgebildeten Zustande, von einander verschieden waren.

Die Haupttheile des betreffenden Apparates bestanden in beiden Geschlechtern aus einer Keimdrüse, die in der Mittellinie des Rückens herablief und durch eine Art Mesenterium befestigt war, und aus einem paarigen Keimleiter, der den vordern Theil des Magens ringförmig umfasste und sich dicht neben dem einfachen Schlundknoten des centralen Nervensystems zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigte. Dieser unpaare Keimleiter mündete durch eine deutliche Oeffnung nach aussen, bei den männlichen Individuen dicht unterhalb der Vereinigungsstelle, nach einem kurzen und fast senkrechten Verlaufe, bei den Weibchen dagegen weit nach hinten, dicht vor dem After, nachdem also von ihm fast die ganze Länge der Leibeshöhle unterhalb des Magens durchsetzt war. Ueber die weitere Bildung der betreffenden Apparate schweige ich; ich könnte sonst hervorheben, dass

eben so gut bei den weiblichen Thieren bereits die spätern Samentaschen, wie bei den männlichen Thieren die Cirrusbeutel und andere Anhangsgebilde im Rudiment vorhanden waren.

Die meisten der untersuchten jungen Pentastomen hatten eben eine neue Häutung bestanden; bei manchen wurde die alte Haut noch im Zusammenhange mit Mundöffnung und Hakentaschen gesehen, und selbst noch in ihrer ursprünglichen Lage, auf der Körperoberfläche, freilich ohne Zusammenhang mit den darunter liegenden Wandungen, angetroffen. Auf solche Weise liess sich leicht constatiren, dass die neue Haut mit den oben beschriebenen Bildungsverhältnissen die unmittelbare Nachfolgerin der bei den Schmarotzern des zweiten Versuchsthieres angetroffenen Chitinbedeckung darstellt.

Diese neue Haut bleibt ungefähr vier Wochen, denn die Pentastomen, die ich bei der nächsten Section, am 28. Jan., in Lunge und Leber antraf, waren meist wiederum in der Häutung begriffen und eben bereit, die frühere Bedeckung abzustreifen. Unter ihr lag eine Chitinhülle, die mir von meinem ersten Untersuchungen sehr wohl bekannt war, eine Hülle mit Stachelkränzen und einem gewaltigen Hakenapparate: unter der letzt beschriebenen Hülle hatte sich mit andern Worten das uns wohlbekannte Pentastomum denticulatum entwickelt.

Die Länge unserer Schmarotzer betrug jetzt reichlich 4 Mm., die Höhe am vordern, immer noch beträchtlich dickern Ende ungefähr 0,8 Mm. Ueberhaupt war die Form des Körpers kaum verändert; selbst das unterhalb der gelösten Chitinhülle gelegene Pentastomum denticulatum besass einstweilen noch denselben cylindrischen Bau, den wir auch auf den frühern Stadien hervorzuheben hatten. Auch in Betreff der Krümmung und der Bewegungslosigkeit waren unsere Pentastomen von den frühern Zuständen nicht verschieden. Der Versuch den Körper zu strecken, hatte immer nur ein Rückspringen in die frühern Lagenverhältnisse zur Folge. Die Seitenlage, die der Körper unserer Thiere bei solcher Bildung fast beständig auf dem Objectträger einnahm, war für die Untersuchung übrigens sehr vortheilhaft; ich verdanke es ihr hauptsächlich, dass ich über die Organisation dieser Jugendzustände weit vollständigere Aufschlüsse bekam, als früher durch die Untersuchung des platten, meist nur vom Rücken oder der Bauchfläche zu beobachtenden Pentastomum denticulatum.

Der neugebildete Hakenapparat hatte im Innern der

frühern Erhebungen seinen Ursprung genommen und war von den unveränderten Chitindecken derselben umschlossen, wie ein Degen von der Scheide. Der Haupthaken lag im Innern des Zahnfortsatzes und eben so der Nebenhaken im Innern des kuppenförmigen äussern Vorsprunges, der durch Entwicklung der oben beschriebenen zwei Falten eine nicht unbeträchtliche Höhe bekommen hatte. Die Bildung dieser beiden Haken liess sich auf den verschiedensten Stadien beobachten; sie ging dadurch vor sich, dass sich das Parenchym der frühern Vorsprünge von seiner Chitinhülle allmälig immer mehr zurückzog und dann im Innern derselben sich selbstständig zu den spätern Haken formte. Wie bedeutend der Grössenunterschied dieser neugebildeten Haken und der frühern Vorsprünge ist, geht daraus hervor, dass z. B. die Sehne des frühern Zahnfortsatzes nur etwa ein Fünftheil von der Sehne des darunter gebildeten Haupthakens ausmacht. Was die Chitinsubstanz der Haken betrifft, so hat diese bereits die spätere Dicke, ist aber einstweilen noch weich, so dass ein jeder Druck die Form der Haken verunstaltet. Der Nebenhaken ist dünn und solide, aber plumper, als später, während der Haupthaken eine tutenförmige Bildung zeigt und in seiner Höhle, gewissermaassen als Pulpa, eine Zellenmasse einschliesst. Die äussere Wand des accessorischen Hakens verlängert sich nach hinten in eine dünne Chitinplatte, die unterhalb der äussern Falte des frühern Chintinskelets entstanden ist und diese Faltenbildung gewissermaassen unter neuer Form wiederholt. Ich brauche kaum zu bemerken, dass dieses Chitinblatt den spätern Stützapparat darstellt. Bei den am weitesten entwickelten Thieren unterscheidet man auch schon die beiden Seitenlappen, auf denen der Haupthaken später beweglich eingelenkt ist. Das Parenchym zwischen diesen beiden Seitenlappen lässt eine deutliche Streifung erkennen; mit der Bildung des eigentlichen Hakenapparates ist auch die Umwandlung des frühern Zellenparenchyms in die Bewegungsmuskeln des grossen Hakens vor sich gegangen. Die Grösse der Haken und ihre Entstehung unterhalb der frühern Chitinvorsprünge influirt natürlicher Weise auch auf die Geräumigkeit der Hakentasche, die einstweilen, so lange die alte Chindecke noch nicht abgestreift ist, durch diese gewissermaassen in zwei Kammern abgetheilt wird, in eine vordere Kammer, die durch die Spaltöffnungen nach aussen führt und die alte Hakentasche repräsentirt, und eine hintere, die durch das Zurückweichen der spätern Haken von den Chitindecken der frühern Vorsprünge entstanden ist.

Die Bildungsweise der accessorischen Haken ist, wie ich durch meine Beobachtungen nachgewiesen habe, genau dieselbe, wie die der Haupthaken. Ich sehe in diesem Umstande einen neuen Beweis für die Richtigkeit der ältern Annahme von der Hakennatur des betreffenden Gebildes und darf desshalb wohl nochmals, und mit noch grösserm Gewichte, als früher, hier wiederholen, dass der Versuch von Küchenmeister, diesen accessorischen Haken in einer andern Weise zu deuten, trotz der Beistimmung von Zenker (diese Zeitschrift, V. S. 229), ein verfehlter ist[1]).

Die übrigen Unterschiede unserer Pentastomen von den frühern Entwicklungszuständen beziehen sich fast alle auf den histologischen Bau, den wir hier nicht weiter zu berücksichtigen haben. Nur so viel sei noch hervorgehoben, dass das Aussehen unserer Thiere viel weniger hell und durchsichtig ist, als früher; ein Umstand, der theils von der starken Entwicklung der Hautmuskeln, theils auch von der Vergrösserung der schon früher angelegten, jetzt aber mehr in die Augen fallenden Fettzellen (?) herrührt. Die den Stigmata verbundenen vacuolenartigen Hohlräume sind in Folge dieser Veränderungen sehr undeutlich geworden.

Wir haben unsere junge Brut jetzt bis zur Ausbildung der uns bereits mit ihren spätern Schicksalen bekannten Form des Pentastomum denticulatum verfolgt und damit die Entwicklungsgeschichte des Pentastomum taenioides in ihren Hauptzügen aufgedeckt. Die Lücken, die noch hier und da in unsern Kenntnissen geblieben sind, können erst durch spätere, wiederholte Untersuchungsreihen ergänzt werden. Die zwei noch lebenden Versuchsthiere werden mir hoffentlich für die Einleitung neuer Experimente ein hinreichendes Material bieten, selbst hinreichend, um den einen oder andern befreundeten Forscher damit für ähnliche Versuche zu versorgen. Nach den frühern Erfahrungen — denn jetzt kann ich kaum noch länger daran zweifeln, dass das erste von mir im Febeuar v. J. untersuchte Kaninchen wirklich durch die im Juni 1856 vorgenommene Fütterung mit Pentastomeneiern inficirt war — darf ich wohl annehmen, dass ihre Parasiten im Laufe des Monat März zur Einleitung ihrer weitern Metamorphose in den Luftwegen des Hundes reif sein werden. Um diese Zeit werden unsere Pentastomen unter der Form von Pent. denticulatum aus ihren Cysten ausschlüpfen, eine

---

[1]) Ebenso stellt Küchenmeister auch mit Unrecht die wirkliche Existenz einer Hakentasche bei den Pentastomen in Abrede.

Zeit lang frei in der Leibeshöhle leben und dann schliesslich, wenn eine Uebertragung auf den Hund nicht erfolgt, sich wieder einkapseln, um in der neuen Umhüllung zu Grunde zu gehen. Der Lebenslauf unsers Pent. denticulatum ist in allen diesen Punkten genau derselbe, wie er für die Blasenwürmer von mir nachgewiesen wurde.

Wenn ich jetzt nach Darlegung meiner Experimente und Untersuchungen die hauptsächlichsten Resultate derselben überblicke, so dürften sich dieselben etwa in folgende Sätze zusammenfassen lassen:

1. Der unter dem Namen Pentastomum taenioides bekannte Schmarotzer aus der Nasenhöhle des Hundes (u. Wolfes) verlebt seine Jugendzustände im Innern der Kaninchen und anderer Säugethiere, besonders in Lunge und Leber (gelegentlich auch im Innern des Menschen).

2. Die Entwicklung des Pentastomum taenioides wird durch einfache Metamorphose vermittelt und zeigt vier auf einander folgende verschiedene Zustände:

a) Den Zustand des Pentastomumembryo mit Bohrapparaten und Krallenfüssen;

b) den Zustand des encystirten und bewegungslosen Pentastomum (den Puppenzustand);

c) den Zustand des sog. Pentastomum denticulatum mit Stachelkränzen und doppelten Haken, von denen der eine beweglich ist (den Larvenzustand);

d) den Zustand des geschlechtsreifen Pentastomum taenioides mit einfachen beweglichen Haken und ohne Stachelkränze.

3. Die Entwicklungszeit von Pentastomum taenioides dauert nahezu ein Jahr und zwar wird hiervon die grössere Hälfte zur Ausbildung der Larvenform (Pent. denticulatum), die kleinere aber zur Umwandlung in das geschlechtsreife Thier in Anspruch genommen. Das männliche Thier erreicht seine Geschlechtsreife früher, als das weibliche.

4. Embryo und Larve sind durch Anwesenheit besonderer provisorischer Bewegungswerkzeuge zu einer activen Wanderung organisirt und dadurch in den Stand gesetzt, theils ihren Aufenthaltsort im Innern des Wirthes zu wechseln, theils auch den frühern Wirth mit einem neuen zu vertauschen.

5. Die erste Einwanderung unserer Parasiten geschieht auf passivem Wege, indem die mit reifen

Embryonen versehenen Eier nach aussen gelangen, die Nahrungsstoffe anderer Thiere verunreinigen und mit diesen sodann in den Magen eingeführt werden.

Was ich hier mitgetheilt und in den voranstehenden 5 Sätzen übersichtlich zusammengestellt habe, gilt freilich zunächst nur für das Pentastomum taenioides der Hunde, dürfte aber doch seinem wesentlichsten Inhalte nach auch für die übrigen Pentastomumarten maassgebend sein. Dass dem wirklich so ist, glaube ich durch eine Reihe weiterer Erfahrungen belegen zu können.

Im Laufe des letzten Jahres habe ich Gelegenheit gehabt, ausser Pent. taenioides noch eine grössere Anzahl anderer Pentastomen theils im geschlechtsreifen Zustande, theils auch vor der Geschlechtsreife zu untersuchen. Von erstern erwähne ich Pent. proboscideum aus den Lungen von Lachesis und Boa constrictor, Pent. multicinctum Harl. aus den Lungen der Cobra di Marocco und Pent. oxycephalum aus den Lungen des Kaimans. Alle diese Formen stimmen darin unter sich und mit dem geschlechtsreifen Pent. taenioides überein, dass sie der Stachelkränze und Nebenhaken[1]) entbehren, dass sie ferner frei im Innern gewisser lufterfüllter Organe leben. Die von mir untersuchten geschlechtlich unentwickelten Pentastomen zeigten dagegen ohne Ausnahme Nebenhaken und Stachelkränze, obgleich Grösse und Form besonders der letztern beträchtliche Verschiedenheiten darboten; dieselben schlossen sich also in Betreff ihrer Ausstattung an unser Pentast. denticulatum an. Diese Analogie ist um so bedeutungsvoller, als die eine dieser unentwickelten Formen aller Wahrscheinlichkeit nach zu dem oben erwähnten Pentast. oxycephalum gehört, das im entwickelten Zustande jener Gebilde entbehrt. Ich fand dieselben in einigen Exemplaren neben zahlreichen ausgebildeten Individuen in der Lunge des obenerwähnten Kaimans, der nach eingegangenen Erkundigungen erst zwei Monate vorher gefangen war, also unter Umständen, die es erlaubten, an eine erst vor Kurzen stattgefundene Einwanderung zu denken. Zwei andere von mir untersuchte unreife Formen stamm-

---

1) Irrthümlicher Weise habe ich in meiner ersten Mittheilung angegeben, dass die Haken von Pestastomum proboscideum ohne Stützapparat seien. Ein solcher findet sich nach meinen jetzigen Erfahrungen bei allen Pentastomen. Derselbe zeigt aber, wie Haken und Nebenhaken (auch Bildung der Stachelkränze und Stellung der Stigmata) bei den einzelnen Species so auffallende und charakteristische Verschiedenheiten, dass die Kenntniss derselben für die genügende Unterscheidung der Arten unerlässlich ist.

ten aus dem Mesenterium und den Muskeln zweier Schlangenarten (Naja sputatrix u. Heterodon) und waren eingekapselt. Auch Diesing erwähnt bei den von ihm aufgeführten Arten mit Nebenhaken („doppelten Haken") ein Vorkommen in geschlossenen Kapseln: wir dürfen wohl annehmen, dass dieselben dem Pent. denticulatum analog, d. h. dass sie Larvenformen seien, die erst in anderen Thieren zur völligen Entwicklung herranreifen.

Nach diesen Erfahrungen scheint es mir auch nicht allzu gewagt, die von Pruner u. Bilharz in Aegypten bei dem Menschen aufgefundene zweite Pentastomumart (P. constrictum v. Sieb.) gleichfalls als eine unreife Jugendform in Anspruch zu nehmen. Ich glaube dazu nicht bloss desshalb berechtigt zu sein, weil dieselbe in der Leber eingekapselt vorkommt, sondern namentlich auch desshalb, weil Bilharz (Ztschr. für wissenschaftliche Zoologie Bd. IV. S. 68) von derselben angiebt, dass die Haken mit denen von Pent. denticulatum übereinstimmten, also mit Nebenhaken versehen seien. Allerdings wird nun von v. Siebold (ebendas. VII. S. 331), was damit kaum übereinzustimmen scheint, ausdrücklich die Abwesenheit von Stachelkränzen hervorgehoben, doch das beweist vielleicht nur so viel, dass diese Apparate, wie ich es auch bei dem einen von mir beobachteten unreifen Thiere sehe, ausserordentlich klein sind und sich erst bei mikroskopischer Untersuchung constatiren lassen. Auch die Anwesenheit der Geschlechtsapparate bei eingekapselten Pentastomen, die man wohl (van Beneden) als Beweis für die Selbstständigkeit und die ausgebildete Natur derselben angeführt hat, kann jetzt allein Nichts mehr beweisen, seitdem meine Untersuchungen herausgestellt haben, dass diese schon während des Puppenlebens mit allen ihren wesentlichen Theilen vorhanden sind.

Die fibrösen Bänder des Herzbeutels.

Von

Prof. **H. Luschka** in Tübingen.

Indem ich die Aufmerksamkeit auf diese, der bisherigen Beobachtung völlig entgangene Formation hinlenke, muss ich zuerst der sogenannten fibrösen Lamelle am parietalen Blatte des Herzbeutels, mit welcher dieselbe in naher Beziehung steht, einige Betrachtung widmen.

Eine genauere Kenntniss der sehnigen Schichte des Pericardium ist, namentlich in Betreff ihrer Abkunft, den Anatomen der Gegenwart förmlich abhanden gekommen, während einige frühere Zergliederer, insbesondere Lieutaud und Portal, diese in mehrfacher Hinsicht belangreiche Sache viel besser verstanden haben. Bevor ich in Darlegung der Ergebnisse eigener Untersuchungen an diese Autoren anknüpfe, will ich es nicht unterlassen die Ansichten verschiedener anderer Schriftsteller in Erinnerung zu bringen. J. Fr. Meckel[1]) hegte die Meinung: die Fasern, welche das äussere Blatt des Herzbeutels verstärken, entspringen von der mittleren Sehne des Zwerchfelles und breiten sich in longitudinaler Richtung über die seröse Haut aus. In ähnlichem Sinne äusserte sich Alex. Lauth[2]) indem er die Bemerkung macht: der Herzbeutel werde nach aussen zu durch Sehnenfasern verstärkt, welche ihren Ursprung an der sehnigen Ausbreitung des Zwerchfelles zu nehmen scheinen. Nach Hildebrandt-Weber[3]) beugen sich Fasern vom Zwerchfelle zu dem nicht an ihm angewachsenen Theile des Herzbeutels hinauf, überziehen ihn und machen seine Haut dicker. Der von Hyrtl[4]) vorgetragenen Lehre zufolge

---

[1]) Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. S. 42.
[2]) Neues Handbuch der praktischen Anatomie. Stuttgart. 1835. Bd. I. S. 478.
[3]) Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. III. S. 133.
[4]) Handbuch der topographischen Anatomie. Wien. 1857. Bd. I. S. 475.

ist das parietale Blatt des Herzbeutels von aussen mit einer dünnen Aponeurose überzogen, welche vom Umfange des Centrum tendineum entspringt. Viele Autoren lassen die Frage nach dem Ursprunge der fibrösen Lamelle des Herzbeutels auf sich beruhen und beschränken sich auf die blosse Angabe der Existenz derselben. Um zu einem vollen Verständnisse der fibrösen Lamelle des Herzbeutels, welche man füglich Fascia pericardii nennen könnte, zu gelangen, ist es unumgänglich nöthig zuvor einen Bestandtheil der Brustwand zu untersuchen, den, wie es scheint, bisher nur wenige Anatomen kennen gelernt haben. Es ist nämlich die von Hyrtl[1]) als „Fascia endothoracica“ beschriebene, unmittelbar nach aussen vom wandständigen Brustfelle befindliche, von diesem leicht trennbare und stellenweise auffallend mächtige Zellstoffplatte, als deren modificirten Bestandtheil wir die Fascia pericardii nachzuweisen im Stande sind. Einen, und zwar den hier zunächst in Betrachtung kommenden Abschnitt der Fascia endothoracica hat schon Lieutaud[2]) gekannt und in seiner denkwürdigen, leider fast ganz in Vergessenheit gerathenen Abhandlung (*Observations anatomiques sur le coeur*) in Rücksicht auf den Herzbeutel aufgeführt, wie folgt: Une expansion aponeurotique, qui recouvre sous la plèvre la partie charnue du diaphragme, qui peut être considérée comme la membrane propre de ce muscle, paroît se diviser, en rencontrant le bord du péricarde, en deux feuillets, dont l'extérieur mont sur la face convexe de ce sac, et l'intérieur se répand sur la face plate.

Im kindlichen Alter finde ich die Fascia endothoracica in Gestalt einer ganz unscheinbaren, die Anheftung der Pleura vermittelnden Zellstoffschichte; beim Erwachsenen dagegen ist sie überall, namentlich, wie Hyrtl richtig bemerkt, gegen die Wirbelsäule zu sehr mächtig entwickelt. Wie ich schon bei einer anderen Gelegenheit mitgetheilt habe, erfährt diese Binde von den drei unteren Intercostalräumen aus dadurch eine bedeutende Verstärkung, dass hier Sehnengewebe des queren Bauchmuskels ausstrahlt. Bei einem anderen Anlasse soll gezeigt werden, dass Verstärkungsbündel auch vom Brustbeine aus in ihr Gewebe entsendet werden.

Die unter der Pleura phrenica liegende Partie der Fascia endothoracica lässt sich beim erwachsenen Menschen leicht isoliren, zumal wenn das Präparat einige Zeit in verdünntem

1) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Prag 1846. S. 483.
2) Histoire de l'académie royale des sciences. Année 1752. p. 252.

Weingeist gelegen hatte. Man kann sich ferner davon an jeder Leiche überzeugen, dass der vom Brustfelle nicht bedeckte, vor und hinter dem Pericardium gelegene Abschnitt des Diaphragma von einer verhältnissmässig sehr dicken Binde überkleidet wird. Beim sorgfältigen Ablösen der Zwerchfellsfascie findet man regelmässig da und dort einen in ihr Gewebe stattfindenden Uebergang von Sehnenbündelchen, welche aus oberflächlichen Muskelfasern hervorgegangen sind.

Der Zwerchfellsabschnitt der Fascia endothoracica zieht von allen Seiten her an den Umkreis des Herzbeutels. Seine Gewebselemente laufen grösstentheils, zu platten, festen, sehnenartig glänzenden Bündeln angeordnet, in longitudinaler Richtung über die Aussenseite des Pericardium, und erzeugen hier eine mit spaltenförmigen Lücken versehene membranöse Schichte. Die wenigsten Bestandtheile desselben gelangen unter den Herzbeutel und also über das Centrum tendineum; jedoch bilden auch sie ein membranöses Stratum, welches den Zusammenhang von Herzbeutel und Zwerchfell vermittelt, aber mit dem letzteren meistens weniger fest verbunden ist, als mit dem ersteren. Damit im Einklange stehen die Beobachtungen von A. Portal[1]), welcher in einem Falle eine Wasseransammlung zwischen Herzbeutel und Diaphragma, und mehrmals eine grössere Quantität Fett daselbst angetroffen hat.

Diesen Erörterungen zufolge lässt sich die Vorstellung recht wohl begründen, dass die Fascia endothoracica da, wo sie am Zwerchfellsrande des Herzbeutels angekommen ist, sich in zwei Blätter spalte, von welchen sich das eine über, das andere unter den Herzbeutel begiebt. Im Umkreise der Spaltung findet eine sehr feste, die Ablösung des Pericardium besonders erschwerende Anheftung statt, indem eine Anzahl von Sehnenbündelchen des Zwerchfelles, anstatt in dessen Centrum tendineum überzugehen, sich mit dem über das Pericardium hinwegtretenden fibrösen Gewebe in mehrfacher Weise vereinigt. Sobald dieser, den Umkreis der angewachsenen Partie des Herzbeutels betreffende, innige Verband überwunden ist, lässt sich dann die weitere Ablösung desselben auch beim Erwachsenen meist ohne erhebliche Schwierigkeit ausführen.

Beim Neugeborenen und im ersten Kindesalter kann man das Pericardium mit der grössten Leichtigkeit vom Zwerchfelle abziehen, indem der mit ihm in Beziehung stehende Theil der Fascia endothoracica hier noch eine weiche Zellgewebsschichte darstellt. Diese wird nun um so dichter, und es nehmen die

---

[1]) Cours d'anatomie médicale. Paris. 1803. Tome III. pag. 5.

meisten ihrer Elemente um so mehr eine sehnenartige Beschaffenheit an, je weiter der Mensch im Alter vorwärts schreitet. Es gewinnt fast den Anschein, als ob die mit der Bewegung des Herzens und des Zwerchfelles verbundene Dehnung ihres Gewebes im Verlaufe der Jahre die Ausprägung jener Qualitäten begründe.

Das sehnige Gewebe des Herzbeutels biegt, beim Uebergange des letzteren in das viscerale Blatt, nicht in dieses um, sondern setzt sich in die Tunica adventitia der grossen Gefässstämme, besonders reichlich auf die Wand der Aorta fort. Diese Thatsache ist zur Aufklärung gewisser pathologischer Erscheinungen wohl der Beachtung werth. So wurde in einem von mir untersuchten Falle von Ruptur der Aorta ascendens vor dem Durchbruche des Blutes in die Höhle des Herzbeutels, die pericardiale Scheide der Aorta sowie, über dieser, die durch jenes Sehnengewebe verstärkte Adventitia dieses Gefässes bis zu den Ursprüngen der aus ihrer Convexität abgehenden Arterienstämmen losgewühlt und beutelartig ausgedehnt.

In die Zusammensetzung der Fascia pericardii laufen regelmässig auch Gebilde aus, welche man als fibröse Bänder des Herzbeutels, oder, insofern sie vom Brustbeine ihren Ursprung nehmen, als Ligamenta sterno-pericardiaca bezeichnen muss.

Die Angaben der Schriftsteller über den Zusammenhang des Herzbeutels mit dem Sternum beschränken sich auf die Bemerkung, dass derselbe nur durch einen lockeren, zum Theil fettreichen Zellstoff vermittelt werde. Schon vor einiger Zeit habe ich[1]) beiläufig einer Einrichtung gedacht, welche ich zwischen Schwertfortsatz und Centrum tendineum beobachtete. Es war ein sehniger Streifen, den ich bis auf Weiteres Lig. sterno-diaphragmaticum nannte, weil ich der Ansicht war, dass derselbe aus dem Gewebe des vorderen Endes der sehnigen Mitte des Zwerchfelles ausgegangen sei, und sich an das obere Ende der hinteren Fläche des Processus xiphoideus inserirt habe.

Bei verschiedenen Gelegenheiten habe ich dieser Sache eine fortgesetzte Aufmerksamkeit zugewendet, und bin hierdurch nicht allein zu einer vollständigeren Kenntniss dieser, sondern noch zur Entdeckung einer weiteren analogen Bildung hingeführt worden.

Es hat sich nämlich herausgestellt, dass normalmässig

---

[1]) Joh. Müller, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1857. S. 337.

mehrere fibröse Stränge von der hinteren Seite des Brustbeines ausgehen und sich am vorderen Umfange des Herzbeutels in dessen sehniger Lamelle verlieren. Sie sind nach Zahl und nach dem Grade ihrer Ausbildung nicht immer ganz gleich beschaffen, wurden jedoch von mir, seitdem ich auf ihre Existenz aufmerksam geworden bin, niemals gänzlich vermisst. Die Stellen ihres Ueberganges in den Herzbeutel lassen sich auch dann häufig deutlich erkennen, wenn die vordere Brustwand in der gewöhnlichen Weise entfernt worden ist. Bei aufmerksamer Betrachtung wird man an der vorderen Seite des parietalen Herzbeutels, etwa entsprechend der Medianlinie des Brustbeines, kleinere oder grössere Rauhigkeiten gewahren, von welchen Sehnenbündelchen fächerartig über das Pericardium ausstrahlen. Eine überzeugende und belehrende Ansicht von der Sache erhält man aber nur dann, wenn man die vordere Brustwand vom rechten Brustbeinrande aus abträgt (da die Bänder meist ein wenig links von der Mittellinie angebracht sind), das rechte vordere Mittelfell ablöst, und jetzt von dieser Seite her den im vorderen Mittelfellraum befindlichen Zellstoff in seiner ganzen Ausbreitung durchsucht. Man wird bald durch einzelne, sehnenartige Streifen überrascht werden, und sie durch den übrigen, lockern Zellstoff hindurch einerseits bis zur Membrana sterni posterior, andererseits bis zum Herzbeutel verfolgen können. Ich habe solche fibröse Stränge bisher von drei Stellen ihren Ausgang nehmen gesehen.

Am constantesten fand ich ein plattes, ziemlich dehnbares, an elastischen Fasern überaus reiches, sehnenartig glänzendes Ligament von der hinteren Seite der Basis des Schwertfortsatzes abgehen. Es lag über der Sternalportion des Zwerchfelles, mit welcher es durch fetthaltigen Zellstoff zusammenhing, und nahm seinen Verlauf in mehr oder weniger schiefer Richtung aufwärts um, nach vorherigen Zerfalle in mehrere Bündel, sich in die fibröse Lamelle des Herzbeutels auszubreiten. Das Band hat eine durchschnittliche Länge von 2,5 Centim., und an seinem Ursprunge eine Breite von 4 Millim. Micht selten findet man, dass es seine fächerartige Ausbreitung von der untern Grenze des Herzbeutels aus gewinnt, so dass es allen Anschein hat, als laufen seine Bündel in den vorderen Rand des Centrum tendineum aus. Eine nähere Betrachtung lässt jedoch darüber keinen Zweifel zu, dass die Endausbreitung nicht hier, sondern, in der Richtung nach oben, am Herzbeutel geschieht.

Als zweite Stelle des Abganges eines Lig. sterno-pericard. fand ich öfters, jedoch keineswegs regelmässig, die Höhe der

Sternalenden des dritten Rippenpaares. Das Band war hier kürzer, dünner, in mehrere Bündel zerfallen, und senkte sich gegen die Mitte des vorderen Umfanges in den Herzbeutel ein. Einen dritten, in wechselndem Grade ausgebildeten fibrösen Streifen habe ich vom oberen Ende des Brustbeinhandgriffes aus bis zur Mitte des oberen Drittels des Pericardium herab verfolgt, und hatte dieses Ligament also eine dem unteren Lig. sterno-peric. gerade entgegengesetzte Verlaufsrichtung. Schon zu wiederholten Malen habe ich die Wahrnehmung gemacht, dass sehnenartige Streifen im vorderen Mittelfellraume sich wohl bis in's Gewebe der fibrösen Lamelle des Herzbeutels, nicht aber bis zum Brustbeine, verfolgen lassen, dagegen augenscheinlich von der dem Cavum mediastinum zugekehrten Seite eines vorderen Mittelfellblattes ausgegangen sind, und ungezwungen als Abkömmlinge der Fascia endothoracica gedeutet werden konnten.

Ueber den vorderen inneren Theil des Afterhebers beim Manne.

Von

Prof. **H. Luschka** in Tübingen.

(Hierzu Tafel IX. u. X.)

Wer in die höchst verwickelte Controverse über den unmittelbar vor dem unteren Ende des Mastdarmes befindlichen Muskelapparat des Beckenausgangs eingeweiht ist, dem wird es schon durch die Ueberschrift nahe gelegt, welche oft wiederholte Frage unserseits zur Entscheidung gebracht werden möchte. Es handelt sich nämlich darum, ob dasjenige, was einige Zergliederer als vorderen inneren Abschnitt des Levator ani bezeichnen, wirklich ein integrirender Bestandtheil dieses Muskels ist, oder nicht vielmehr eine solche morphologische und funktionelle Selbstständigkeit zu erkennen giebt, dass wir ihn als eine besondere Formation auffassen und bezeichnen müssen.

Ueber diesen Gegenstand sind im Verlaufe der Zeit so vielerlei Ansichten vorgebracht worden, dass durch sie fast alle Möglichkeiten erschöpft sind. Erneute Untersuchungen vermögen daher nicht viel mehr zu gewähren, als zur Lösung der Widersprüche und zu einem klareren Verständnisse beizutragen.

Es muss aber zuerst bemerkt werden, dass die Angaben mancher Schriftsteller insofern bei dieser Frage kaum in Betracht kommen dürfen, als man sie mit keinerlei anatomischem Befunde in Einklang zu bringen vermag, sondern entweder als die Ergebnisse einer ungenügenden oder fehlerhaften Zergliederung oder gar einer blos theoretischen Betrachtung zu erklären genöthigt ist.

Das sehr mangelhafte Verständniss des Levator ani macht sich bei einzelnen Autoren schon durch die gänzlich unpassende

Vergleichung desselben mit dem M. mylohyoideus bemerklich, während doch eine, auch nur einigermaassen einlässliche Prüfung auf die unverkennbare Analogie mit dem M. buccinatorius hinweist, indessen der M. transversus profundus, wie schon J. Müller[1]) gezeigt hat, füglich mit dem M. mylohyoideus verglichen werden kann.

Die Bündel des Levator ani umgreifen das Ende des Mastdarmes in ähnlicher Weise, wie jene des M. buccinatorius die Mundspalte, und zeigen in mehrfacher Hinsicht eine ähnliche Beziehung zum Sphincter ani externus, wie diese zum Schliessen des Mundes. In der Mehrzahl der Fälle nehmen sie ihren Ursprung nur von der hinteren Fläche des horizontalen Astes des Schambeines, von der Aussenseite der Fascia pelvina und von der Spina ossis ischii. In manchen Fällen entspringt, wie schon Santorini[2]) beobachtet hat, eine kleine Portion des Levator ani auch von der inneren Seite des aufsteigenden Sitzbeinastes, und nach Joh. Müller[3]) sehr häufig auch ein Bündelchen vom Lig. pubo-vesicale. Die Fleischfasern des Muskels verlaufen zunächst in schiefer Richtung abwärts und gegen die Mittellinie des Beckenausganges hin. Die meisten derselben wenden sich um den Mastdarm herum und fliessen theils an seinem hinteren Umfange zu schlingenförmigen Zügen zusammen, theils setzen sie sich an einen kurzen, breiten, von der Spitze des Steissbeines ausgehenden Sehnenstreifen an. Die Bündel der tieferen Schichten strahlen in die Längsfaserung des Mastdarmes aus und erstrecken sich, vom äusseren Afterschliesser bedeckt, bis zu dessen Ende herab.

Ein verhältnissmässig sehr kleiner Abschnitt des Afterhebers läuft einerseits in bogenförmiger Richtung um den vorderen Umfang des Mastdarmes herum, und steigt andrerseits medianwärts gegen den unteren Rand des Schoossgelenkes in die Höhe. Um die hier in Betrachtung kommenden Verhältnisse gründlich zu erforschen, muss die Zergliederung mit der grössten Umsicht so vorgenommen werden, dass man von aussen her in die Tiefe zwischen Mastdarm und Pars membranacea der Harnröhre allmälig vordringt. Zuerst hat man an geeigneten, d. h. muskelkräftigen und dabei doch nicht zu fetten Leichen alle Muskeln an der Aussenseite des Bodens der kleinen Beckenhöhle mög-

---

1) Ueber die organischen Nerven dor erectilen männlichen Geschlechtsorgane. Berlin 1836. S. 13.

2) Jo. Dominici Santorini Septemdecim tabulae. Edit. M. Girardi. Parmae 1775. Tab. XVI. Fig. 1. *h*.

3) a. a. O. S. 8.

lichst sauber zu präpariren. Jetzt werden die Wurzeln des Ruthenschaftes, so wie die Pars cavernosa der Harnröhre mit den bezüglichen Muskeln, so wie die Mm. transversi perinaei superficiales, nicht aber die profundi vorsichtig entfernt, so dass das sog. Lig. triangulare urethrae nebst der Durchtrittsstelle der Harnröhre zu Tage liegt.

Ohne erhebliche Schwierigkeit gelangt man auf diese Weise zunächst zur Ansicht eines bogenförmigen, platten, 4—5 Mm. dicken Faserzuges, welcher aus den innersten Bündeln des beiderseitigen Schambeintheiles vom Afterheber hervorgegangen ist, vor dem Mastdarme liegt und zwingenartig den unteren Umfang der Vorsteherdrüse umfasst (Taf. X. *e e*). Dieser Faserzug umkreist also in ziemlich weitem Bogen einen Bezirk unter dem Schoossgelenke, gegen dessen Mitte hin das Ende der Pars membranacea der Harnröhre gelegen ist. Dieses Verhältniss legt J. Müller ausschliesslich seiner Betrachtung des vorderen Endes vom Lev. ani zu Grunde, wenn er von diesem Muskel bemerkt, dass er ein Diaphragma bilde, in welchem sich vorn eine grosse ovale Oeffnung befinde, die von den Ligamenta pubovesicalia bis vor den vorderen Rand des Afters reicht. Es ist leicht begreiflich, dass nach dieser Ansicht kein Gedanke an eine nähere, auch nur räumliche Beziehung des Muskels zur Harnröhre Platz greifen konnte. Consequenter Weise stellt daher J. Müller die Existenz einer solchen Formation gänzlich in Abrede, welche von manchen Autoren als M. pubourethralis beschrieben worden ist, und glaubt, dass eine solche nur durch verkehrte Präparation entstehen könne.

Mit dieser Angabe erklärte sich nnter Anderen Fr. Wilh. Theile[1]) vollkommen einverstanden. Die vordere Portion des Afterhebers legt sich im Herabsteigen an die Seite der Vorsteherdrüse, dringt zwischen den Mastdarm und die Geschlechtstheile und trifft $^3/_4$ — 1 Zoll oberhalb der Aftermündung mit der vorderen Portion der anderen Seite zusammen. Die Fasern vereinigen sich hier sehnig mit dem hinteren Rande des tiefen queren Dammmuskels und untereinander und hängen auch mit der tiefen Schicht des äusseren Afterschliessers zusammen. Beim Manne liege der hintere Theil der Vorsteherdrüse auf dieser von B. S. Albin und Sömmerring als Adductor s. Levator s. Compressor prostatae als ein besonderer Muskel beschriebenen Portion. Hierzu muss ich die

---

[1]) Lehre von den Muskeln. Leipzig. 1841. S. 108.

Bemerkung fügen, dass Albin[1]) im Wesentlichen allerdings als „Compressor prostatae" denjenigen Theil des Afterhebers geschildert hat, welcher soeben in Betrachtung gezogen worden ist, dass dagegen Sömmerring[2]) von seinem Compressor prostatae eine Schilderung liefert, welche auf Nichts passt, am allerwenigsten aber auf die von ihm citirte Fig. 3. *f.* Taf. XV. Santorini's, welche unzweifelhaft die obere, horizontale Schichte des Musc. compressor urethrae membranae. bezeichnet.

Jene von J. Müller u. A. angeführte Anordnung des vor dem Mastdarme befindlichen Abschnittes des Levator ani hat ihre volle Richtigkeit, allein sie betrifft nur den einen in dieser Region angebrachten Bestandtheil dieses Muskels. Es besteht aber noch eine zweite, sich sehr eigenthümlich verhaltende vordere Portion des Afterhebers, welche insofern die vordere innere genannt werden kann, als sie von der anderen umgeben und mehr medianwärts gelegen ist; sie steht mit dem Mastdarme in gar keinem näheren Verbande, umlagert dagegen, obwohl auch nicht unmittelbar, das Ende der Pars membranacea urethrae so, dass die Bezeichnung „Pars urethralis" sich in dieser Hinsicht, nicht aber in Betreff der Function, wohl rechtfertigen lässt. Derselbe stimmt jedoch keineswegs vollständig mit dem überein, was in verschiedenen Hand- und Lehrbüchern als Wilson'scher Muskel oder als Musc. pubo-urethralis aufgeführt wird. Dieser existirt in der Weise, wie er gemeinhin geschildert wird, überhaupt nicht, sondern stellt eine aus einer unzulänglichen Präparation hervorgegangene Mischung verschiedener im Bezirke der membranösen Harnröhre befindlichen Muskeltheile dar.

Um eine genügende Vorstellung von der Pars urethralis des Afterhebers zu begründen, müssen wir zuerst demjenigen Abschnitte der Fascia perinaei profunda einige Aufmerksamkeit zuwenden, welche in dem unter der Schoossfuge und zwischen den absteigenden Schambeinästen vorhandenen Zwischenraum ausgespannt, und unter den Namen: Lig. triangulare urethrae, Lig. Carcassonnii, Aponeur. ano-pubienne (Velpeau) bekannt ist. Er entsteht aus der Uebereinanderlagerung von zwei fibrösen Lamellen, welche durch den Verlauf von Venen zum Theil auseinander gehalten sind. Das der Beckenhöhle zugekehrte Blatt tritt am inneren Rande vom Schambeintheil des Afterhebers in die Tiefe, legt sich um den

---

1) B. S. Albini, hist. musc. Ed. Hartenkeil. Bambergae. 1796. Lib. III. Cap. 98.

2) Vom Baue des menschl. Körpers. II. Thl. S. 193.

seitlichen und um den unteren Umfang der Vorsteherdrüse herum und fliesst mit einer entsprechenden Fortsetzung der Beckenbinde zu einer Art von Kapsel zusammen, welche die Prostata umfasst. Es wird also, wie schon Ch. Denonvilliers[1]) gelehrt hat, diese Drüse rechts und links durch ein sie begrenzendes fibröses Blatt zwischen der oberen Dammaponeurose einerseits und der mittleren Dammaponeurose und dem Mastdarme andererseits genau befestiget. Das oberflächliche Blatt setzt sich rückwärts in die mittlere Dammbinde fort.

Das sogenannte Lig. triangulare urethrae schliesst sich nicht unmittelbar an das Lig. arcuatum des Schoossgelenks an, sondern es bleibt zwischen beiden ein halbmondförmiger Raum übrig, welcher von der Vena dorsalis penis (*n*) in der Mitte, von der Vena profunda penis (*o*, *p*) seitlich durchsetzt wird. In einiger, durchschnittlich 1,3 Centim. betragenden Entfernung vom Mittelpunkte des unteren Randes der Schoossfuge wird dieser Abschnitt der Dammbinde vom Ende des membranösen Theiles der Harnröhre durchbohrt. Eine solche Durchbohrung will J. Müller[2]) nicht gelten lassen, indem er der Meinung ist, dass die Pars membranacea immer nur durch ihren eigenen Constrictor hindurchgehe. Man kann sich jedoch leicht davon überzeugen, dass es das oberflächliche Blatt des sogenannten Lig. triangulare urethrae ist, welches wenigstens die obere und die untere horizontale Schichte des Constrictor von der Pars urethralis des Afterhebers scheidet.

Die Pars urethralis des Afterhebers besteht im Wesentlichen aus zwei platten, dünnen, höchstens 5 Millim. breiten, einige, 2—3, Centim. langen Muskelbündeln (*ff*), einem rechten und einem linken, welche in longitudinaler Richtung neben dem Ende der Pars membranacea urethrae, also hinter der Harnröhrenzwiebel verlaufen, und daher auf der äusseren Fläche des vorderen Abschnittes der mittleren Dammbinde gelegen sind. Die meisten Fasern des Muskels gehen auf jeder Seite aus dem inneren Rande vom Schambeinursprunge des Afterhebers hervor. Da, wo eine gewisse Summe von Fleischbündeln desselben im Begriffe ist, in die Bildung jener bogenförmigen, den unteren Umfang der Vorsteherdrüse umziehenden, den sogenannten Musc. adductor prostatae darstellenden Portion überzugehen, nehmen manche unmittelbar an die Concavität des Bogens angrenzende Fasern eine sehnige Beschaffenheit

---

[1]) Archives gén. de médecine. Sept. 1837. u. Froriep, Neue Notizen. 1838. No. 123.

[2]) a. a. O. S. 13.

an (*g. g.*). Einige derselben setzen sich in das Fleisch fort, welches den äusseren Rand der Pars urethralis ausmacht; die meisten aber kreuzen sich mit jenen der anderen Seite, und constituiren, indem sie in Fleischfasern übergehen, vorzugsweise die Masse jenes Muskeltheiles. An dieser Kreuzung und daher an der Bildung der Pars urethralis betheiligen sich auch einzelne Bündel des Musc. perinaei profundus (*h. h.*) Immer lassen sich auch an der Pars urethralis einige bogenförmige Fleischfasern unterscheiden, welche nicht vom Schambeinursprunge des Levator ani herrühren, sondern eine für sich bestehende Formation darstellen, welche aus den innersten, am meisten medianwärts gelegenen Elementen des Muskels besteht. In der Regel sind es nur sehr wenige dieser Bogenfasern, welche unmittelbar um den unteren Umfang der Harnröhre herumziehen, und ihrer Zartheit und geringen Anzahl wegen wohl kaum irgend welche erhebliche Wirkung auf diese ausüben können; die meisten liegen, gleich wie jene Durchkreuzungsstelle, weiter, durchschnittlich 2 Cent., hinter derselben. Die Endigung dieser Fasern der Pars urethralis des Afterhebers findet sehnig gegen das obere Ende des Lig. triangulare urethrae, in dessen Gewebe statt. Sie erstreckt sich also nicht bis zum Lig. arcuatum des Schoossgelenks, noch viel weniger an die hintere Seite des letzteren, sondern ist von beiden durch die oben genannten in den Plexus pubicus eintretenden Venen getrennt.

Die Wirkung dieses, wenn nicht ganz, doch im Wesentlichen einen integrirenden Bestandtheil des Afterhebers darstellenden Muskelgebildes lässt sich nicht wohl auf die Harnröhre beziehen. Diese ist soweit von seinem hinteren Ende entfernt, dass sie unmöglich durch dieses an den unteren Rand der Schoossfuge angepresst werden kann. Eher noch wäre eine seitliche Compression im Bereiche der Möglichkeit. Am wahrscheinlichsten aber ist es, dass der Muskel das Ligamentum triangulare urethrae in der Richtung nach abwärts-rückwärts anzuspannen vermag, und auf solche Weise die über dem oberen Rande dieses Bindenabschnittes befindliche Passage für die Venen offen zu erhalten oder zu erweitern im Stande ist.

Unter den älteren Schriftstellern war es Lieutaud [1]), welcher diesen Muskel ohne Zweifel, wenigstens theilweise gekannt hat. Unter Hinweisung auf J. B. Morgagni's [2]) „Pseudo-

---

[1]) J. Lieutaud, Zergliederungskunst. Mit Bemerkungen von Portal. Leipzig. 1782. Bd. II. S. 615.
[2]) Adversaria III. 4. 4.

sphincter vesicae" macht er die Bemerkung: dieser sei ein Bestandtheil des Levator ani, komme von oben herab, und werfe sich nicht allein um die Seitentheile der Prostata, sondern umfasse auch den aus derselben hervortretenden Theil der Harnröhre und bilde um diese eine Art von muskulöser Schlinge, welche durch ihre Zusammenziehung den Kanal an den Bogen der Schambeine andrücken könne.

Später hat James Wilson[1]) eine Beschreibung „of two muscles surrounding the membranous part of the urethra" geliefert, welche in Wahrheit nicht existiren, sondern wohl aus einer Präparation hervorgegangen sind, welche drei ganz disparate Gebilde betroffen hat: nämlich den sogenannten Musc. pubo-vesicalis, die Pars. urethralis des Afterhebers, den Constrictor urethrae membr. Gleichwohl haben nicht wenige Zergliederer dieses Artefakt ohne Weiteres als einen eigenthümlichen und selbstständigen Muskel angenommen, den sie Musc. Wilsonii s. Musc. pubo-urethralis getauft haben[2]). So beschreiben z. B. W. Seiler und Joh. Fried. Meckel[3]) denselben ganz wortgetreu als: einen länglich viereckigen, plattgedrückten Muskel, der mit einer kurzen Sehne etwas über dem unteren Rande der Schoossfuge, einige Linien unter der sehnigen Befestigung der Harnblase, dicht neben der Sehne des gleichnamigen Muskels der anderen Seite, von der inneren Fläche der Schambeinfuge entsteht, nach unten breiter werdend absteigt, anfangs den der anderen Seite berührt, sich, wenn er den häutigen Theil der Harnröhre erreicht hat, von ihm entfernt und an diesen anheftet, und unter demselben mit dem gleichnamigen der entgegengesetzten Seite so zusammenfliesst, dass meistentheils in der Mittellinie ein sehniger Streif die Vereinigung beider andeutet. Es lässt sich aus Wilson's Abbildung sowohl, als aus seiner Beschreibung abnehmen, dass der von der hinteren Seite der Schoossfuge stattfindende Ursprung seines Muskels einem Muskelbündel angehört, welches bald selbstständig entspringt, bald von der unteren Seite des sogenannten Lig. pubo-prostatic. laterale abgeht, sich in den Detrusor urinae fortsetzt und von einigen Autoren als Musc. pubo-vesicalis aufgeführt worden ist (vgl. Taf. X. *b. b*). Der übrige Theil des Wilson'schen Muskels besteht theils aus unserer Pars urethralis des After-

---

[1]) Medico-chirurgical transactions of Lond. Second Edition. London. 1812. Vol. I. p. 175.

[2]) Pierer, Medicinisches Realwörterbuch. Bd. III. S. 911.

[3]) Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. IV. S. 563.

hebers, theils aus der unteren horizontalen Schichte des Constrictor urethrae J. Müller's.

Einigermaassen verschieden, und offenbar nach eigener Anschauung wird der Musc. pubo-urethralis von Th. Krause geschildert. Das Bündel, berichtet Krause[1]), welches das vordere Ende des Musc. levator ani bildet, läuft, vom Lig. pubo-prostaticum laterale bedeckt, nach hinten herab bis zur Seitenwand der Pars membranacea urethrae, fliesst unterwärts neben den Seitenrändern der Harnröhre mit den Seitenrändern des Musc. urethralis transversus (!) zusammen, und verbindet sich mit diesem, dem Transversus perinaei profundus und mit der Stelle des tiefen Blattes der Fascia perinaei, welche sich unter die Harnröhre erstreckt. Dieses, meistens von dem übrigen Theile des Afterhebers ganz oder theilweise abgesonderte, schmale, platte Muskelbündel ist der sogenannte Musc. pubo-urethralis. Er spannt die genannte Fascie an, und hebt sie aufwärts, comprimirt dadurch die Harnröhre von unten und von den Seiten.

Abgesehen davon, dass jene merkwürdige Durchkreuzung von unmittelbaren Bestandtheilen des Afterhebers, aus welcher das Fleisch der Pars urethralis hauptsächlich hervorgeht, sich der Beobachtung Krause's entzogen hat, verliert seine Schilderung noch dadurch an vollkommener Richtigkeit, dass er eine Verbindung dieses Muskels mit dem Constrictor urethrae statuirt. Einige andere Autoren gehen übrigens noch weiter, indem sie die Längsfaserzüge, welche die Pars urethralis des Afterhebers hauptsächlich componiren, geradezu für einen Bestandtheil des Constrictor urethrae membr. erklären. Dieser letztere Muskel, insbesondere seine obere und untere horizontale Schichte, ist von derselben durch den im Angulus pubis ausgespannten Theil der mittleren Dammbinde geschieden, und stellt nach den im Wesentlichen ganz übereinstimmenden Wahrnehmungen von Santorini[2]), G. J. Guthrie[3]) und Joh. Müller[4]) eine für sich bestehende, mit dem Afterheber in keinem näheren Zusammenhange stehende Formation dar.

---

[1]) Handbuch der menschl. Anatomie. 1. Aufl. Hannover. 1843. S. 714.

[2]) Septemdecim tabulae. Parmae. 1775. Tab. XV.

[3]) On the anatomy and diseases of the neck of the bladder and the urethra. London. 1834.

[4]) Ueber die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane. Berlin. 1836.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IX. Nach einem, der Leiche eines 30 jährigen Mannes entnommenen Präparate sind hier die in Frage gekommenen Verhältnisse des Afterhebers dargestellt. Man begegnet der Schoossfuge *a*, mit den adnexen Knochentheilen, den horizontalen *b b* und den absteigenden Schambeinästen *c c*. Die weichen Gebilde sind, von der natürlichen Lage abweichend, in gerader Richtung nach unten hängend abgebildet worden, um so die bestmögliche Uebersicht zu gewähren. Man bemerkt:

d d denjenigen Abschnitt der Pars rectalis des Afterhebers, welcher von der hinteren Seite des horizontalen Astes vom Schambeine entspringt.

e e Die Pars prostatica des Afterhebers, welche von beiden Seiten her zu einem Bogen zusammenfliesst, der den unteren Umfang der Vorsteherdrüse * * umgreift.

f f Die Pars urethralis des Afterhebers, welche aus grösstentheils sehnig gewordenen Fasern *g g* hervorgeht, die theils in die Fleischbündel des äusseren Randes der Pars urethralis auslaufen, theils, sich kreuzend, die innere Seite des Muskels hauptsächlich ausmachen. An dieser Kreuzung nehmen auch Bündel des Musc. perinaei profundus *h h* Antheil. Ueberdies sieht man selbstständige Bogenfasern, welche theils entfernt *i*, theils näher *k* am unteren Umfange des Endes der Pars membranacea urethrae *l* gelegen sind.

Der vordere, hier seitlich abgeschnittene Theil der mittleren Dammbinde, das sogenannte Lig. triangulare urethrae *m m m m* endiget oben mit einem bogenförmigen Rande, über welchem die Stelle des Durchtrittes der Vena dorsalis penis *n* und der Vena profunda penis dextra *o* und sinistra *p* gesehen wird.

Taf. X. Die Schoossfuge ist so von der Seite her abgebildet, dass man fast ihre ganze hintere Fläche übersehen kann. An der hinteren Seite der horizontalen Schambeinäste bemerkt man den ganzen hier stattfindenden Ursprung des Levator ani *a a*. Nahe an der Mittellinie, gegen den unteren Rand der Schoossfuge hin macht sich der sehnige Ursprung von zwei Muskelbündeln *b b* bemerklich, welche grösstentheils glatte, aber auch einzelne quergestreifte Bündel enthielten, und in den Detrusor der Harnblase *c* übergingen, nachdem sie vorher durch einige Bogenfasern unter einander in Verbindung gesetzt wurden. Sie entsprangen hier ganz unabhängig von den Ligg. pubo-prostatic. lateralia. Zum Ursprunge des Muskelbündels der linken Seite begab sich hier ausnahmsweise ein sehniger Streifen *d* ein Ausläufer des Lig. ischio-prostaticum *e*. Von dem letzteren Bande, welches sich am seitlichen Umfange der Prostata *f* allmälig verliert, gehen die Fasern der oberen *g* und der unteren horizontalen Schichte des Constrictor urethrae membranaceae ab.

Ueber Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten und die Voltaischen Abwechselungen.

Von

J. Rosenthal.

(Hierzu Taf. XI.)

Seitdem durch die Epoche machenden Arbeiten Du Bois-Reymond's die Aufmerksamkeit der Physiologen wieder auf die Elektrophysiologie gelenkt wurde, welche beinahe ein halbes Jahrhundert in unverdienter Vernachlässigung sich hingeschleppt hatte, ist es immer mehr und mehr zum Bedürfniss geworden, das grosse Gebiet der Reizversuche, welches in jenen ersten Zeiten des Galvanismus eine Anzahl der grössten Forscher beschäftigte, von Neuem vom Standpunkt unserer jetzigen Kenntniss aus einer kritischen Untersuchung zu unterwerfen, theils um das schon damals Gefundene sicher zu stellen, theils um die Wissenschaft vom Ballast des Unrichtigen zu befreien, theils endlich um durch neue Thatsachen den Kreis unseres Wissens zu erweitern.

Vieles ist in dieser Beziehung schon geschehen, mehr noch bleibt zu thun. Besonders bieten des noch lange nicht genug gewürdigten Ritter's Schriften eine Fülle von Beobachtungen, welche zu verwerthen eine der Aufgaben der heutigen Electrophysiologie ist. In diesem Sinne habe ich es auf die gütige Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Du Bois-Reymond unternommen, die Erscheinungen der sogenannten „Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten“ und der „Voltaischen Alternativen oder Abwechselungen“ gründlich zu untersuchen. Ich unternahm diese Arbeit, obgleich Eckhard angekündigt hat, dass er sich mit demselben Gegenstand zu beschäftigen

gedenke, weil seit jener Ankündigung zwei Jahre verflossen sind, ohne dass Eckhard's Forschungen an's Licht gekommen sind. Uebrigens schien mir diese Untersuchung jetzt gerade um so angemessener, weil durch sie unsere durch Eckhard und Pflüger angebahnte Kenntniss der Wirkungen constanter Ströme auf motorische Nerven vervollständigt wird[1]).

Die Untersuchungen von Valentin, Eckhard und Pflüger haben uns die Veränderungen kennen gelehrt, welche constante galvanische Ströme während der Dauer ihres Vorhandenseins in motorischen Nerven hervorrufen, und besonders hat der letztere am vollständigsten für das physiologische Verhalten die analogen Erscheinungen zu der von Du Bois am Multiplicator gefundenen und als Elektrotonus beschriebenen Erscheinungen aufgefunden. Dass jedoch mit der Oeffnung des Stromes seine Wirkungen nicht augenblicklich aufhören, geht aus den Beobachtungen von Ritter, Volta u. A. unzweifelhaft hervor. Welcher Art aber diese Wirkungen sind, darüber gehen die Angaben der beiden Hauptautoren, Ritter und Volta, ganz auseinander, und die Erscheinungen sind überhaupt auch unvollständig bekannt. Auch das Verhalten am Multiplicator ist uns bislang noch unbekannt, da wir Du Bois's Untersuchungen über diesen Gegenstand noch nicht in Händen haben, sondern nur erst eine physikalische Voruntersuchung zu denselben[2]). Wenngleich dies letztere ein fühlbarer Mangel ist, da erst durch die elektrischen Erscheinungen die anderen im vollen Lichte erscheinen können, so glaube ich doch mit der Veröffentlichung der Ergebnisse meiner Untersuchung (so sehr ich mir auch ihrer Unvollständigkeit bewusst bin) nicht länger zögern zu müssen, da mir das Gewonnene wohl einiges Interesse zu verdienen scheint, auch eine Weiterführung dieser Untersuchung mir vor der Hand nicht möglich ist. Herrn Professor Du Bois-Reymond, dessen Unterstützung mit Hülfsmitteln mir die Ausführung dieser Untersuchung möglich machte, sage ich dafür hiermit meinen innigsten Dank.

1. Methode der Untersuchung.

Das erste Erforderniss bei diesen Versuchen über die Wirkungen des constanten Stroms musste sein, die Polari-

[1]) Das bisher über den Gegenstand unserer Untersuchung Geleistete, sowie die Literatur s. bei Du Bois, Untersuchungen, Bd. I. S. 365 ff. und Fortschritte der Physik, dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Bd. II. S. 442 ff. Bd. III. S. 403 ff. Bd. IV. S. 303 ff.

[2]) Monatsberichte der Berliner Akademie. 1856. S. 395 ff. u. 450 ff.

sation zu vermeiden. Zu dem Ende leitete ich den Strom durch Zinkelektroden in kleine Gefässe mit gesättigter schwefelsaurer Zinkoxydlösung. Diese standen durch heberförmige Röhren, welche mit derselben Flüssigkeit gefüllt und an den Enden mit thierischer Blase verschlossen waren, in Verbindung mit Röhren, welche doppelt rechtwinklig gebogen und mit flüssigem Hühnereiweiss gefüllt waren. Das eine Ende dieser Röhren war weit genug, um das heberförmige Rohr aufzunehmen. Von hier aus konnte das Hühnereiweiss leicht eingefüllt werden, bis es an dem anderen, capillar ausgezogenen Ende in Gestalt einer kleinen convexen Kuppe erschien. Diese dünneren Enden der paralell nebeneinander gestellten Eiweissröhren gingen durch den Boden eines hölzernen Kastens hindurch, welcher ringsherum auf seinem erhabenen Rande eine Rinne trug. Diese wurde mit Wasser gefüllt, und es passte in sie ein Glaskasten, dessen Binnenraum also stets feucht erhalten wurde. In einer Ebene mit den capillar ausgezogenen Enden der Eiweissröhren war innerhalb des Kastens horizontal eine Glasplatte angebracht. Auf dieser lag der Muskel eines Nerv-Muskelpräparates, während der Nerv über die Enden der Eiweissröhren gebrückt wurde und so den Kreis der Kette schloss, in welchem sich noch ein Stromwender und ein Quecksilbernäpfchen befanden. Fig. I. stellt die Anordnung dar, a. perspektivisch, b. einen Durchschnitt durch eine Eiweissröhre: *k* ist die Kette, *w* die Wippe, *g* das Quecksilbernäpfchen, *zz* die Zinkvitriolgefässe, *pp* die Zinkelektroden, *hh* die heberförmigen Röhren, *eee* die Eiweissröhren, *n* der Nerv und *m* der Muskel. Statt der doppelt rechtwinklig gebogenen Eiweissröhren hatte ich mich ursprünglich gerader capillarer Röhren bedient, welche direct in das Zinkvitriol tauchten; die dasselbe enthaltenden kleinen Gefässe standen dabei natürlich unter dem Kasten, worin das Präparat lag. Da jedoch durch die engen Eiweissröhren ein ungemein grosser Widerstand unnützer Weise in den Kreis gebracht wurde, so vertauschte ich diese Anordnung mit der oben beschriebenen, deren Kenntniss ich Herrn Dr. Pflüger verdanke.

Der Abstand der beiden Eiweissröhren, somit die Länge der dem Strome ausgesetzten Nervenstrecke, konnte natürlich beliebig geändert werden; doch habe ich darauf nicht weiter Rücksicht genommen, da ich mich überzeugte, dass für die Phänomene, welche ich beschreiben werde, die Länge der Nervenstrecke nicht in Betracht kommt. Ich habe überhaupt unterlassen, die einzelnen in den Versuch eingehenden

Bedingungen viel zu variiren, vielmehr die weniger wichtigen möglichst constant zu erhalten gesucht. Genauere Messungen wären bei der Art, wie diese Versuche angestellt wurden, nur Pedanterie gewesen. Ich erwähne daher hier nur nebenher, dass der Abstand der Spitzen der Eiweissröhren beiläufig 15 Mm. betrug. Bei einem Theil der Versuche jedoch bediente ich mich einer anderen gleich näher zu beschreibenden Anordnung, bei welcher die ganze Strecke des Ischiadicus von der Kniekehle bis zum Becken den Strömen ausgesetzt wurde, und die Erscheinungen blieben ganz die nämlichen.

Es wurde nämlich, um etwaige Unterschiede in der Wirkung des ab- und aufsteigenden Stromes besser zu erkennen, bei einem Theile der Versuche statt der eben beschriebenen die folgende Anordnung benutzt: die beiden kleinen Gefässe mit gesättigter Zinkvitriollösung, in welche der Strom durch Zinkstreifen geleitet wurde, wurden direkt in den Glaskasten gebracht, und über ihre Ränder ein wohl gefirnisstes Brettchen gelegt. Die hinteren Extremitäten eines Frosches wurden sodann folgendermaassen präparirt. Der Frosch wurde im Becken oder dicht über demselben durchschnitten, die Nn. ischiadici vom Becken bis zur Kniekehle frei präparirt, sodann die ganzen Oberschenkel bis auf die Nerven entfernt, so dass die Unterschenkel nur noch durch die Nerven mit dem Becken zusammenhingen. Darauf wurden die Füsse abgeschnitten und die Gastrocnemien von der Achillessehne bis zu den Oberschenkelstümpfen hin, von denen sie entspringen, vom übrigen Oberschenkel abgelöst. Dieses Präparat wurde dann so auf jenes Brettchen gebracht, dass das Becken, die Ischiadici und die Gastrocnemii auf demselben lagen (ohne dass sich diese letzteren irgendwo berührten), die Unterschenkel aber seitlich hinabhingen und in die Zinkvitriollösung tauchten. Die Unterschenkel wurden zu beiden Seiten des Brettchens auf angemessene Weise befestigt, das Becken aber unter ein Gummiband geschoben, so dass die Ischiadici frei in der Luft zwischen dem Becken und den Gastrocnemien ausgespannt und allein vom ganzen Präparat im Kreise der Kette waren. Der Strom musste also von der Zinkvitriollösung der einen Seite durch den Oberschenkel, dann in dem einen Nerven absteigend durchfliessen, um wieder durch Unterschenkel und Zinkvitriollösung zur Kette zurückzukehren. Die Unterschenkel vertraten also hier die Rolle der Eiweissröhren in der vorigen Anordnung, und die beiden Gastrocnemien mussten gleichzeitig die Wirkungen des auf ihre Nerven wirkenden auf- und absteigenden Stromes zeigen. Fig. 2. stellt diese

Anordnung dar, von oben gesehen; *b* ist das Becken, *ii* die Ischiadnerven, *gg* die Gastrocnemien, *nn* die Oberschenkelstümpfe und die Unterschenkel in der Verkürzung gesehen, *zz* die Zinkvitrolgefässe, *pp* die Zinkelektroden.

Jede dieser beiden Anordnungen gewährt den Vortheil, dass der Strom fast absolut constant bleibt; denn die Polarisation an der Grenze des Zinks und der Zinkvitriollösung, sowie dieses und des Eiweisses (resp. der thierischen Substanz des Unterschenkels) ist jedenfalls verschwindend klein, und auch die Daniell'schen Elemente, welche als Stromesquelle benutzt wurden, können wohl für unsere Zwecke als vollkommen constant betrachtet werden. Ausserdem kommt der Nerv nirgends mit Substanzen in Berührung, welche einen schädlichen Einfluss auf ihn ausüben könnten, und ist innerhalb des Glaskastens vor dem Austrocknen geschützt, so dass er stundenlang seine Erregbarkeit behält. Dazu kommt noch, dass in beiden Anordnungen ein sehr beträchtlicher Widerstand im Kreise ist, gegen welchen der Widerstand des metallischen Theils des Kreises jedenfalls verschwindend klein ist. Dieser Umstand gewährt den Vortheil, dass etwaige Aenderungen in diesem letzteren, wie sie beim Umlegen der Wippe, beim Schliessen und Oeffnen mittelst des Quecksilbernäpfchens unvermeidlich sind, den Gesammtwiderstand und somit die Stromstärke nicht beeinflussen können. Dieser Vortheil ist nicht hoch genug anzuschlagen, wo es sich, wie auch in unseren Versuchen, um Vergleichung verschiedener Reizungen handelt, und es ist daher nothwendig überall, wo nicht schon ein sehr beträchtlicher Widerstand im Kreise vorhanden ist, einen solchen einzuschalten.

Das bei der Untersuchung stets eingehaltene Verfahren war sehr einfach. Nachdem eine der beiden Anordnungen hergestellt worden, wurde der Strom in der einen Richtung geschlossen, geöffnet, sodann die Wippe umgelegt und in der entgegengesetzten Richtung wiederum geschlossen und geöffnet. Nachdem man so das Verhalten des Präparats gegen den in Anwendung gezogenen Strom kennen gelernt hatte, wurde der Strom in der einen oder der anderen Richtung geschlossen, und nach kürzerer oder längerer Zeit geöffnet, um die nun auftretenden Erscheinungen und das Verhalten gegen Reizung zu beobachten. Der Strom wurde dann je nach dem Bedürfniss offen gelassen, oder von Neuem, entweder in derselben oder in entgegengesetzter Richtung als vorher geschlossen, um dann wiederum nach Verlauf einiger Zeit die Wirkungen desselben ganz in der nämlichen Weise

zu beobachten. Auch wurde in manchen Versuchen die Anordnung getroffen, dass durch Umlegen einer Wippe ein anderer Strom, als der zur Modification verwandte, durch den Nerven geleitet werden konnte, um auch für diesen die Aenderung der Erregbarkeit zu untersuchen. Endlich habe ich noch zu bemerken, dass die grösste Zahl der Versuche in den Monaten August, September und October 1857 mit frisch eingefangenen Fröschen angestellt wurde, dass aber auch die im letzten Winter angestellten Versuche die nämlichen Erscheinungen zeigten.

2. Darstellung der Erscheinungen der Modification.

Nach dieser Darstellung des bei den Versuchen eingehaltenen Verfahrens gehe ich zur Auseinandersetzung der beobachteten Erscheinungen selbst über. Es kann nicht meine Absicht sein, hier alle die Erscheinungen zu beschreiben, welche man bei dem beschriebenen Verfahren zu Gesichte bekommt. Wer sich mit Reizversuchen abgegeben hat, wird wissen, wie unregelmässig hier die Erscheinungen sind, wie gleichgültig es daher im Allgemeinen ist, ob bei der oder jener Reizung ein Mal Zuckung eintritt oder ausbleibt. Nur die Erscheinungen, welche wirklich sich als durch die Einwirkung des constanten Stromes bedingt bewährten, werde ich hier beschreiben und ich kann mit gutem Gewissen sagen, dass sie so sicher sind, dass ich mich anheischig mache, sie jederzeit hervorrufen zu können.

Es müssen aber, was den Charakter der Erscheinungen betrifft, welche nach der Einwirkung eines constanten Stromes auf einen motorischen Nerven auftreten, drei verschiedene Stadien unterschieden werden, in welchen die Erscheinungen verschieden sind, obgleich sie, wie wir sehen werden, stets demselben Gesetze folgen. Man könnte diese Stadien mit den Namen: Stadium des Ritter'schen Tetanus, Stadium der Contractionen und Stadium der Abwechselungen belegen, doch wollen wir sie einfach durch Zahlen unterscheiden.

1. Stadium:

Die Erscheinungen des ersten Stadiums treten auf, wenn man Präparate, die noch auf einer höheren Stufe der Erregbarkeit sich befinden, der Einwirkung constanter Ströme unterwirft. Ich habe mich vergebens bemüht, einen Zusammenhang zwischen den Stadien, von welchen hier die Rede ist, und denen Nobili's aufzufinden; doch ist dies nicht möglich. Man findet

einerseits öfters ein Verhalten des Präparats, welches in keins der Nobili'schen Stadien passt, andrerseits habe ich oft gesehen, dass Präparate, welche auf der dritten Stufe der Erregbarkeit nach Nobili waren, die Erscheinungen unseres ersten Stadiums zeigen können, aber auch die unseres zweiten und unseres dritten. Den grössten Einfluss scheint hier die Stärke des Stroms und die Dauer seiner Einwirkung zu haben, und ich glaube in dieser Beziehung, je stärker der Strom ist und je länger er geschlossen bleibt, um so mehr treten die Erscheinungen des ersten Stadiums gegen die der folgenden zurück.

Wie dem auch sei: jedenfalls kann man diese Erscheinungen bei Präparaten der höheren Erregbarkeitsstufen nach Einwirkung von schwachen und starken Strömen, nach Einwirkung von nur wenigen Minuten und nach solcher von einer Stunde und darüber beobachten. Die Präparate antworten bei Beginn des Versuchs entweder auf alle vier Reize oder auf drei derselben oder auch nur auf zwei mit Zuckung. Sind die Ströme stark, so tritt bei der Schliessung wohl auch statt der einfachen Zuckung eine Art von Tetanus auf in Folge der elektrolytischen Zerstörung des Nerven, aber dieser Tetanus geht bei den Stromstärken, welche ich anwandte, meist nach kurzer Zeit vorüber. Lässt man den Strom einige Zeit geschlossen und öffnet dann, so erfolgt jetzt, selbst wenn nach dem ursprünglichen Zustande des Präparats gar keine Zuckung erfolgen sollte, ein Tetanus von solcher Heftigkeit, wie er nur immer durch sonstige Mittel erregt werden kann. Aber der Charakter dieses Tetanus ist doch ein anderer, als der eines durch sonstige Mittel, z. B. inducirte Ströme erregten. Sehr treffend schildert Ritter diesen Tetanus mit den Worten: „Er (der Schenkel) wird in die heftigsten Krämpfe verfallen, die sich anhaltend erneuern, bis nach längerer Zeit endlich, müde des Kampfes, die Muskeln erschlafft zurücksinken“ [1]), während er in seiner ersten Mittheilung den Verlauf etwas abweichend darstellt: der Schenkel geräth in Tetanus, aus dem er „mehr durch ein gleichförmiges, obschon auch zum Theil durch kleine oscillirende Zusammenziehungen unterbrochenes Abnehmen die vorige Ruhe wiedererhält“ [2]). In der That aber ist der Ritter'sche Tetanus in den besten Fällen nicht eine einzelne, sondern eine Reihe auf einander folgender tetanischer

---

[1]) Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus. Band. 1. St. 1. S. 144.

[2]) Beweis, dass ein vollständiger Galvanismus etc. S. 119. Du Bois, Untersuch. Bd. 1. S. 365.

Contractionen. Bei der Oeffnung contrahirt sich der Muskel krampfhaft, allmälig erschlafft er, aber plötzlich kommt wieder ein neuer Impuls, vielleicht etwas schwächer, aber doch immer noch von ansehnlicher Stärke, und dieses Spiel wiederholt sich noch einige Male. Aber die einzelnen Contractionen werden immer schwächer, die Pausen immer länger, bis zuletzt nur noch einzelne Zuckungen eintreten, welche ebenfalls immer schwächer und seltener werden und zuletzt ganz ausbleiben. Das Ganze hat, wie man sieht, die grösste Aehnlichkeit mit einem epileptischen Anfalle, nur dass der ganze Verlauf nicht länger als 1 bis $1^1/_2$ Minute dauert. Doch hängt diese Zeit, so wie die Stärke der tetanischen Anfälle sehr von der Stärke des angewandten Stroms und der Dauer seiner Einwirkung ab. Ich habe Tetanus auftreten sehen bei Anwendung Eines bis 25 Daniells und nach 2 Minuten, aber auch eine Stunde und noch länger dauernder Schliessung. Die Stärke des Tetanus war stets am grössten bei schwächeren Strömen und nach kürzerer Schliessungsdauer, die Zeitdauer desselben aber wuchs im Allgemeinen mit der Dauer der voraufgegangenen Schliessung, stieg jedoch niemals über $1^1/_2$ Minute.

Es gewährt einen eigenthümlichen Anblick, den Nerven dadurch, dass man ihn einem Einflusse entzieht, welchem er so lange ausgesetzt war, in so heftige Erregung versetzt zu sehen. Aber noch auffallender ist, was ebenfalls schon Ritter beobachtet hat, dass diese Erregung augenblicklich gehemmt wird, sobald man den Strom wieder in der früheren Richtung schliesst. So heftig auch der Tetanus war, welcher bei Oeffnung des Stromes eintritt, er verschwindet sogleich bei der Wiederschliessung, um jedes Mal bei der Wiederöffnung von Neuem zu erscheinen. So weit hatte Ritter schon richtig beobachtet, obgleich nur für den aufsteigenden Strom, dem er allein diese nach seiner Auffassung exaltirende Wirkung zuschreibt, bei der Oeffnung Tetanus zu erregen. Für den absteigenden Strom nimmt er bekanntlich gerade im Gegentheil eine deprimirende Wirkung in Anspruch. Aber es ist ihm selbst für den aufsteigenden Strom ein Theil der Erscheinungen entgangen, welcher für das Verständniss nicht unwichtig ist. Legt man nämlich, während der Tetanus nach der Oeffnung noch fortdauert, die Wippe um und schliesst nun in entgegengesetzter Richtung, so wird der Tetanus bedeutend verstärkt, und wenn er schon verschwunden war, sogar wieder von Neuem hervorgerufen. Oeffnet man jetzt, so nimmt der Tetanus augenblicklich an Heftigkeit ab oder hört sogar ganz auf. Wir sehen also, dass durch die länger anhaltende Schliessung des

Stroms der Nerv derart sich dem Strome angepasst hat, dass die Oeffnung desselben und die Schliessung des entgegengesetzten Stroms den Nerven in die heftigste Erregung versetzen, während die Schliessung des ersteren und Oeffnung des letzteren diese Erregung aufheben oder wenigstens schwächen. Diese Auffassung von der Wirkung des Stroms muss ich um so mehr betonen, als dieselbe sich auch für die späteren Stadien bewähren wird: Durch sie ist ein allgemeiner Gesichtspunkt für die Beurtheilung der Modification der Erregbarkeit sowohl als der Abwechselungen gewonnen, und es sind sowohl die unhaltbaren Vorstellungen Ritter's von einer exaltirenden und deprimirenden Wirkung der Ströme, als auch die unklare Auffassung Volta's und Marianini's von den Abwechselungen durch eine einfache und naturgemässe Auffassung ersetzt.

Die beiden Reizungen aber, welche erregend, und die, welche hemmend wirken, sind unter einander nicht gleichwerthig. Vielmehr wirkt in beiden Fällen die Schliessung stärker, als die entsprechende Oeffnung. Dies giebt sich auch in folgendem Verhalten zu erkennen: Oeffnet man den modificirenden Strom und wartet, bis der dadurch erregte Tetanus vorüber ist, so kann man denselben wieder hervorrufen, wenn man den Strom schliesst und sogleich wieder öffnet; wenn aber dieses Mittel nicht mehr wirkt, so tritt der Tetanus doch wieder auf, wenn man in entgegengesetzter Richtung schliesst, und wenn er auch hier schon verschwunden ist, wenn man diesen entgegengesetzten Strom momentan öffnet und wieder schliesst.

Lässt man den entgegengesetzten Strom ruhig geschlossen, so verschwindet der durch seine Schliessung erregte Tetanus allmälig ganz in der nämlichen Weise, wie es oben von der Oeffnung des modificirenden Stromes beschrieben worden. Oeffnet man kurze Zeit nachher, so erfolgt Nichts. Lässt man jedoch längere Zeit geschlossen, so erfolgt dann bei der Oeffnung wieder Ritter'scher Tetanus, und das Präparat verhält sich gegen diesen Strom so, wie vorher gegen den entgegengesetzten und überhaupt so, als wäre es von vornherein nur diesem Strome ausgesetzt gewesen. Es ist also möglich, die durch den Strom bewirkte Modification durch einen entgegengesetzten Strom aufzuheben und bei noch längerer Einwirkung in die entgegengesetzte überzuführen. Ein Unterschied in der Wirkung des auf- und absteigenden Stroms aber ist weder zu beobachten, wenn beide Stromesrichtungen nach einander auf einen und denselben Nerven wirken, noch wenn beide einzeln auf noch nicht von Strömen alterirte Nerven einwirken.

Die Erscheinungen sind in beiden Fällen die, welche wir beschrieben haben, nämlich Tetanus bei Oeffnung des modificirenden Stroms und Schliessung des entgegengesetzten und Ruhe oder Schwächung des Tetanus bei Schliessung des ersteren und Oeffnung des letzteren.

Es muss jedenfalls auffallen, wie Ritter dazu gekommen sei, die Wirkung, welche er die exaltirende nennt, nämlich die Steigerung der Oeffnungszuckung bis zum Tetanus nur dem aufsteigenden Strom zuzuschreiben, und im schroffen Gegensatz hierzu für den absteigenden Strom geradezu eine deprimirende Wirkung in Anspruch zu nehmen. So viel auch hierbei seine naturphilosophische Anschauung und sein Haschen nach Gegensätzen im Spiele sein mag, Ritter ist doch ein viel zu feiner Beobachter, um solche Behauptungen aus der Luft zu greifen. Der Grund, weshalb ihm die für den aufsteigenden Strom richtig beobachteten Wirkungen für den absteigenden entgangen sind, scheint jedoch darin zu liegen, dass in der That der absteigende Strom eine geringere Constanz in seinen Wirkungen zeigt, als der aufsteigende. Bedenkt man nun, dass sich Ritter nur sehr schwacher Ströme bediente und die Kette stets eine halbe Stunde und noch länger geschlossen liess, so ist es erklärlich, wie er nach Oeffnung des absteigenden Stroms den Tetanus nur zuweilen gesehen haben und dann als eine Ausnahme betrachten konnte. Und in der That, seine Behauptung, dass auf den höchsten Stufen der Erregbarkeit (der von ihm sogenannten Flexorenerregbarkeit) die Strömungsrichtungen sich gerade umgekehrt verhalten, also gerade der absteigende Strom exaltirend, der aufsteigende deprimirend (auf die Flexoren) wirke[1]), scheint mir nur ein Versuch, die beobachteten Erregbarkeitserhöhungen beim absteigenden Strom mit seinen früheren Behauptungen in Einklang zu bringen. Auf die von Ritter aufgestellte Unterscheidung zwischen Flexoren und Extensoren brauche ich wohl um so weniger einzugehen, als mir darüber nach der Art, wie meine Versuche angestellt wurden, gar kein Urtheil zusteht.

Ebenso wie der schroffe Gegensatz zwischen auf- und absteigenden Strom scheint mir auch die absolute Aenderung der Erregbarkeit durch den Strom in der Weise, wie sie Ritter behauptet, unhaltbar. Zwar giebt derselbe mit Bestimmtheit an, die Erregbarkeit eines dem aufsteigenden Strom

---

1) S. Beitr. Bd. 2. St. 3. 4. S. 118 ff. Du Bois-Reymond, Untersuchungen. Bd. 1. S. 371.

ausgesetzt gewesenen Nerven werde im Vergleich zu einem in offener Kette gelegenen erhöht, so dass jetzt selbst sehr schwache Reize, wie der blosse Muskelstrom wirksam werden; aber, wie wir wissen, gilt, wenigstens was denselben Strom anbetrifft, dieser Satz nicht. Und auch für den absteigenden Strom kann man die Verminderung der Erregbarkeit nicht gelten lassen. Vielmehr findet bei beiden Strömen Beides statt, Erhöhung und Verminderung der Erregbarkeit, wenigstens was den modificirenden Strom selbst anbetrifft, und so lange derselbe innerhalb der Grenzen mittlerer Stromstärke bleibt. Denn ich habe Ursache zu vermuthen, dass bei Anwendung stärkerer Ströme, als die von mir angewandten, die Verhältnisse sich etwas ändern. Die Stromstärke aber war in meinen Versuchen, selbst wenn ich 25 Daniell's benutzte, immer nur mässig wegen des beträchtlichen im Kreise befindlichen Widerstands. Um nun zu sehen, ob vielleicht für andere Reize, als gerade die Schliessung und Oeffnung des zur Modification benutzten Stroms, die Erregbarkeit sich geändert habe, wurden nach Oeffnung des modificirenden Stromes durch Umlegen einer Wippe die Zinkvitriolgefässchen mit den Polen einer anderen Batterie oder mit der secundären Rolle eines Magnetelektromotors in Verbindung gesetzt. Es ergab sich dann, dass selbst wenn dieser zweite Strom schwächer war, als der modificirende gewesen, das Verhalten dasselbe blieb. Schloss man diesen schwächeren Strom in der nämlichen Richtung, die der modificirende gehabt hatte, so wurde der vorhandene Tetanus beruhigt; öffnete man, so trat er wieder auf; schloss man in entgegengesetzter Richtung, so wurde der Tetanus verstärkt, um bei der Oeffnung wieder schwächer zu werden oder ganz zu verschwinden. Ebenso verhielten sich stärkere Ströme. Für die Inductionsschläge führten die Versuche zu keinem mich befriedigenden Resultat. Es hätte dazu einer exacteren Untersuchungsmethode bedurft, zu welcher mir die Mittel fehlten, und ich glaubte den Gegenstand um so eher aufgeben zu können, als die Lösung dieser Frage bereits von anderer Seite her erfolgt ist.

2. Zweites Stadium.

Die Erscheinungen des zweiten Stadiums unterscheiden sich von denen des ersten nur dadurch, dass die eigenthümlichen Charaktere des Ritter'schen Tetanus hier nicht mehr auftreten, sonst aber gilt dasselbe Gesetz auch hier. Statt des oben beschriebenen, einem epileptischen Anfalle vergleichbaren Ritter'schen Tetanus sieht man in diesem Stadium bei der Oeffnung den Muskel sich meist nur schwach contrahiren,

Dann bleibt Alles ruhig, und man würde kaum unterscheiden können, ob sich der Muskel im contrahirten oder erschlafften Zustand befinde, wenn nicht bei Schliessung in der früheren Richtung entschieden eine Erschlaffung einträte. Schliesst man jedoch in entgegengesetzter Richtung, so erfolgt abermals eine Contraction und zwar stärker, als die frühere war, und bei der Oeffnung erschlafft jetzt der Muskel. Man beobachtet diese Erscheinungen zuweilen gleich von vornherein statt des Ritter'schen Tetanus, besonders wenn der Strom lange geschlossen bleibt, meist aber im Verlauf eines Versuchs, wenn schon mehrmals Ritter'scher Tetanus vorausgegangen ist. Man sieht dann diesen immer schwächer werden, seine Charaktere verwischen sich immer mehr, und zuletzt hat man die Contractionserscheinungen des zweiten Stadiums, welche dann entweder lange Zeit anhalten, oder bald in die Erscheinungen des dritten Stadiums übergehen, je nach der Beschaffenheit des Präparats und der Häufigkeit des Oeffnens und Wiederschliessens. In einem Falle, wo die modificirende Kette aus 6 Daniell's bestand, und die Richtung der Ströme immer von Zeit zu Zeit gewechselt wurde, so dass jede Modification immer durch die entgegengesetzte wieder aufgehoben wurde, sah ich, nachdem einige Male Ritter'scher Tetanus vorausgegangen war, noch $12^1/_2$ Stunden nach Beginn des Versuchs die Erscheinungen des zweiten Stadiums, während das dritte gar nicht zur Beobachtung kam, sondern die Erregbarkeit bei der nächstfolgenden Beobachtung ganz erloschen war. In diesem Falle wurde aber auch der Strom nur in Zeiträumen von $^1/_2$ Stunde und noch grösseren geöffnet und seine Richtung gewechselt.

Die Ueberführung der einen Modification in die entgegengesetzte durch Umkehr des Stroms erfolgt hier wie im vorigen Stadium, und ich kann sogar behaupten, dass der Unterschied, den wir im ersten Stadium noch zwischen dem auf- und absteigenden Strom fanden, dass nämlich der letztere weniger constant wirke, hier wegfalle, wenigstens habe ich es hier viel seltener beobachtet. Dieser Umstand findet vielleicht darin seine Erklärung, dass diese Erscheinungen meist bei stärkeren Strömen beobachtet werden, welche auch im ersten Stadium ihre Wirkung fast nie verfehlen.

3. Drittes Stadium.

Während die Erscheinungen des ersten Stadiums im Wesentlichen mit denen zusammenfallen, welche schon Ritter gefunden und als „Modification der Erregbarkeit" beschrieben hat, können die nun zu beschreibenden Erscheinungen

füglich mit den Volta'schen Abwechselungen parallelisirt werden; das zweite Stadium aber bildet den Uebergang, welcher zeigt, wie beide bisher unvermittelte Reihen von Erscheinungen nur verschiedene Aeusserungsweisen desselben Gesetzes sind. Während wir aber in Bezug auf die ersteren Ritter's Angaben vollständig bestätigen mussten und nur dieselben erweitern und seiner Anschauung als nicht mehr den Thatsachen entsprechend entgegentreten konnten, müssen wir Volta's und Marianini's Angaben geradezu als unrichtig bezeichnen. Nach diesen beiden Forschern soll nämlich jeder Strom die Erregbarkeit für seine eigne Einwirkung herabsetzen, für die entgegengesetzte dagegen erhöhen [1]). In dieser Fassung aber ist das Gesetz entschieden unrichtig, denn es gilt so nur für die Schliessung, für die Oeffnung aber ist es gerade umgekehrt, und fällt dann ganz mit dem für die beiden ersten Stadien gültigen zusammen. Man erhält nämlich die Erscheinungen dieses Stadiums, wenn man in denen des vorigen statt Contraction einfach Zuckung und statt Erschlaffung Ruhe setzt. Lässt man also einen Strom durch den Nerven in beliebiger Richtung gehen und öffnet nach einiger Zeit, so erfolgt Zuckung. Schliesst man wieder, so bleibt der Muskel ruhig, schliesst man jedoch in entgegengesetzter Richtung, so erfolgt eine starke Zuckung, während jetzt bei der Oeffnung der Muskel ganz ruhig bleibt.

Wie sehr dieses Verhalten mit dem für die früheren Stadien beschriebenen übereinstimmt, liegt auf der Hand, und es ist klar, dass wir es hier nur mit graduellen Unterschieden zu thun haben. Wann dieses Stadium auftrete, lässt sich mit Bestimmtheit ebensowenig, als bei den früheren angeben. Zuweilen erscheint es gleich von vornherein, wenn das Präparat schon auf niederen Stufen der Erregbarkeit sich befindet, zuweilen gehen ihm die früheren, oder eins der früheren voran, zuweilen kommt es auch gar nicht zur Beobachtung, wovon wir schon ein Beispiel kennen gelernt haben. Die Stromstärke in den Grenzen, wie ich sie anwandte, ist insofern von Einfluss, als schwache Ströme das dritte Stadium bei schwächeren Präparaten sogleich hervortreten lassen, während bei stärkeren Strömen meist das zweite Stadium vorangeht. Nach alledem scheint es mir angemessen, den Namen „Volta'sche Abwechselungen oder Alternativen“ ganz fallen zu lassen und diese Erscheinungen mit unter dem Namen der „Modification der Erregbarkeit“ zu begreifen, weil

1) S. Du Bois-Reymond, Untersuchungen, Bd. 1. S. 367 f. u. 373 ff.

erstens die Unterschiede wirklich nur graduell sind, und zweitens mit dem ersten Namen eine falsche Vorstellung verbunden wird.

Wodurch Volta auf diese falsche Vorstellung geführt worden sei, ist aus der Schwächung des Stromes durch Polarisation zu begreifen. Schwerer wird dies aber für Marianini's Verfahren [1]). Dieser hat durch sein Verfahren das Freiwerden der Ladungen ganz vermieden und sagt, dass die Polarisation allerdings von Einfluss auf den von Volta beobachteten Erfolg sei, dass aber dennoch das Verhalten so stattfinde, wie es Volta beschrieben. Vielleicht, dass hier ganz andere Verhältnisse im Spiele waren, dass die durch öfteres Oeffnen und Schliessen bewirkte Ermüdung (im Verein mit der Schwächung des Stroms durch die Polarisation) es war, welche das Verschwinden der Zuckungen bewirkte, und dass die Zeit, während welcher der Metallbogen als Nebenschliessung zum Frosch eingeschaltet, dieser selbst umgelegt und der Metallbogen wieder entfernt wurde, hinreichte, die Erholung des Frosches so weit zu bewirken, dass wieder Zuckungen eintreten konnten.

Die beiden Stromesrichtungen sind zwar auch in diesem Stadium, wie in den früheren, auf gleiche Weise wirksam, so zwar, dass sie die Erregbarkeit für die Oeffnung des modificirenden Stromes und die Schliessung des entgegengesetzten erhöhen, für die Schliessung des ersteren und Oeffnung des letzteren dagegen herabsetzen; doch ist die Constanz in den Wirkungen des absteigenden Stroms hier noch geringer als im ersten Stadium. Während in diesem die Erscheinungen des Ritter'schen Tetanus nur zuweilen ausbleiben, kann es hier vorkommen, dass die Erscheinungen gerade die umgekehrten von denen sind, welche man nach dem Gesetze erwarten sollte. Diese Ausnahmen von dem Gesetze ergeben sich aber als nur scheinbare, wenn man bedenkt, dass nach dem Nobili'schen Gesetz die Schliessung des absteigenden und die Oeffnung des aufsteigenden Stromes stets wirksamer sind als die umgekehrten Reizungen, dass es also dem absteigenden Strome schwerer sein muss, das seiner Wirkung entsprechende, dem allgemeinen Gesetz der Zuckungen entgegengesetzte Verhalten hervorzurufen, als dem aufsteigenden Strom, wo dieser Gegensatz nicht stattfindet. Bei längerer Einwirkung wird daher auch der absteigende Strom seine Wirkung nie verfehlen; man muss ihm gleichsam Zeit gönnen, den ihm entgegenstehenden

---

1) Bei Du Bois. S. 373.

Einfluss des Gesetzes der Zuckungen zu überwinden, während dem aufsteigenden Strom dieser Einfluss nur zu Statten kommen kann.

Dass auch hier die durch einen Strom bewirkte Modification durch den entgegengesetzten Strom aufgehoben und in die entgegengesetzte übergeführt werden könne, lässt sich schon von vornherein erwarten. Es zeigt sich aber hierbei noch auf schlagende Weise etwas, das wir schon beim ersten Stadium zu beobachten Gelegenheit hatten, nämlich die stärkere Wirkung der Schliessung im Vergleich zur entsprechenden Oeffnung. Ist nämlich das Verhalten eingetreten, wo nur bei Oeffnung des modificirenden und Schliessung des entgegengesetzten Stromes Zuckung eintritt, und schliesst man jetzt in der entgegengesetzten Richtung, so erfolgt, wenn die neue Stromesrichtung ohngefähr eben so lange gewirkt hat, als die frühere, jetzt nur bei Schliessung in dieser ursprünglichen Richtung Zuckung. Lässt man jedoch den Strom noch ferner in der neuen Richtung geschlossen, so kommt dann noch Zuckung bei Oeffnung des jetzt bestehenden Stromes hinzu.

Bezeichnet man die Wirkung des aufsteigenden Stromes als aufsteigende, die des absteigenden als absteigende Modifikation (welche Ausdrücke jedoch keineswegs eine Wesenverschiedenheit der beiden Wirkungen bezeichnen sollen), so kann man alle Erscheinungen, welche wir besprochen haben, folgender Maassen übersichtlich zusammenstellen:

Schema der Modification der Erregbarkeit des motor. Nerven.

	Aufsteig. Modification.			Absteig. Modification.		
Absteigend.	I. Stadium.	II. Stadium.	III. Stadium.	I. Stadium.	II. Stadium	III. Stadium.
Schliess.	Starker Tetanus.	Starke Contraction.	Starke Zuckung.	Ruhe.	Erschlaffung.	Ruhe.
Oeffnung.	Schwächung des Tetanus.	Erschlaffung.	Ruhe.	Tetanus.	Contraction.	Zuckung.
Aufsteigend.						
Schliess.	Ruhe.	Erschlaffung.	Ruhe.	Starker Tetanus.	Starke Contraction.	Starke Zuckung.
Oeffnung.	Tetanus.	Contraction.	Zuckung.	Schwächung des Tetanus.	Erschlaffung.	Ruhe.

Die vollständige Symmetrie dieses Schema darf nicht argwöhnisch machen, da es sich hier ja nicht um von der Natur gegebene Zustände handelt, wo wohl selten eine solche handgreifliche Gesetzmässigkeit herrscht, sondern um Wirkungen des galvanischen Stroms, die ja doch entgegengesetzte Erscheinungen hervorrufen müssen, wenn die Richtungen der Ströme entgegengesetzt sind. Ein Blick auf das Schema macht es übrigens auch begreiflich, wie der absteigende Strom weniger wirksam sein muss, als der aufsteigende. In unserem dritten Stadium sind, wie man sieht, bei der aufsteigenden Modification die Erscheinungen die nämlichen, wie im dritten Stadium Nobili's, bei der absteigenden Modification aber gerade die entgegengesetzten. Was Wunder, wenn da im Kampf der Modificationen mit dem Gesetz der Zuckungen die ersteren nicht immer den Sieg davon tragen!

3. Untersuchung der Modifikationen bei Muskeln und sensiblen Nerven.

Die elektro-physiologische Uebereinstimmung des Nerven und Muskels, welche nach den ersten Arbeiten du Bois-Reymond's noch unvollständig war, ist durch dessen neuere Untersuchungen zur grössten Vollständigkeit gebracht worden. Denn nicht allein, dass die Erscheinungen der parelektronomischen Schicht uns zwingen, auch für den Muskel, wie früher nur für den Nerven, Gruppen dipolar-elektrischer Molekeln anzunehmen[1]), auch die Erscheinungen der Ladung führen auf diese Anschauung hin[2]).

Gerade dieser letztere Umstand musste mich dazu dringend auffordern, auch für den Muskel die Modificationen zu untersuchen. Mateucci's Behauptung, dass der galvanische Strom auf den Muskel gar nicht modificirend wirke, entbehrt so sehr jeder Begründung, dass dieser Umstand kein Grund für mich sein konnte, die in Rede stehenden Versuche zu unterlassen. Ich nahm daher die beiden Unterschenkel eines Frosches, löste die Gastrocnemien von der Achillessehne bis zum Ursprung los und befestigte sie mit den Sehnen an einander. Dieses Präparat legte ich so auf das oben in der zweiten Anordnung erwähnte Brettchen, dass die Unterschenkel eben so

---

[1]) Monatsberichte der Berl. Akad. 1851. S. 380 ff. u. daraus abgedruckt in Moleschott's Untersuch. Bd. 2. S. 137 ff.

[2]) Valentin, Grundriss der Physiol. 1. Aufl. S. 502 (nach einer Mittheilung Du Bois' an die Naturforscherversammlung zu Belfast).

wie dort zu beiden Seiten des Brettchens befestigt waren und in das Zinkvitriol tauchten. Diese Anordnung unterscheidet sich also von der oben beschriebenen zweiten nur dadurch, dass Becken und Nn. ischiadici ganz fortfallen, und die Sehnen der Gastrocnemien einander berühren. Der Strom muss also den einen Muskel absteigend, den andern aufsteigend durchfliessen, und man beobachtet beide Erfolge mit einem Male. Wegen des grösseren Querschnitts des Muskels ist zwar die Stromstärke bei gleicher elektromotorischer Kraft jetzt grösser als in der zweiten Anordnung, wo ohngefähr die gleiche Länge Nerv im Kreise ist. Aber trotzdem bedarf man jetzt stärkerer Ströme, um deutliche Wirkungen zu erzielen. Da nämlich der Widerstand des Nerven oder Muskels nicht unendlich gross gegen den übrigen Schliessungsbogen ist, so wird durch die Vergrösserung des Querschnitts die Stromdichte im Muskel stärker abnehmen, als der Widerstand des Gesammtkreises abgenommen, also die Stromstärke zugenommen hat. Dazu mag noch die geringere Erregbarkeit des Muskels im Vergleich zum Nervenstamm kommen [1]), kurz man bedarf zu diesen Versuchen grösserer Stromkräfte, um zum Ziele zu gelangen. Wendet man aber solche an, so zeigt sich ganz das nämliche Verhalten, als wenn eine Strecke des Nerven dem Strome ausgesetzt worden wäre. Es treten die nämlichen Erscheinungen auf, wie wir sie oben weitläufig beschrieben haben und hier also nicht weiter zu wiederholen brauchen. Auch was oben über die beiden Stromesrichtungen gesagt wurde, trifft hier vollkommen zu.

Bei dieser vollkommenen Uebereinstimmuog musste der Zweifel in mir rege werden, ob es nicht vielleicht blos die intramuskularen Nervenendigungen wären, deren Modification bei diesen Versuchen am Muskel zur Erscheinung kämen. Spielen diese ja auch bei der Reizung des Muskels eine nicht unbeträchtliche Rolle, wie diese Versuche mit Wurali ergeben [2]). Um diesen Zweifel zu beschwichtigen und die Wirkungen des constanten Stroms auf die Muskelfaser rein beobachten zu können, musste ich mich wieder an das Wurali wenden, da wir von diesem anzunehmen berechtigt sind, dass es die intramuskularen Nervenendigungen tödte. Wenigstens ist gegen diese Hypothese Kölliker's bisher noch kein ir-

---

[1]) S. meinen Aufsatz: „Ueber die relative Stärke der direkten und indirekten Muskelreizung" in Moleschott's Untersuchungen. Band 2. S. 185 ff.

[2]) Ebenda S. 191 ff.

gend stichhaltiger Einwand erhoben worden. Die hierüber angestellten Versuche ergaben, dass auch der mit Wurali vergiftete Muskel von constanten Strömen ganz in der nämlichen Weise afficirt wird, wie der unvergiftete. Das für die Modification der Nerven aufgestellte Gesetz behält auch für den Muskel seine Gültigkeit. Die Erscheinungen des Ritter'schen Tetanus sind allerdings nicht so kräftig ausgesprochen, als wenn der Nerv dem Strom ausgesetzt wird, aber die des zweiten und dritten Stadiums versagen niemals. Möglich auch, dass der direkt auf den Muskel wirkende elektrolytische Eingriff die Erscheinungen schwächt.

Diese Uebereinstimmung der Modificationserscheinungen bei Muskel und Nerv geben jedenfalls einen schätzenswerthen Beitrag zur Vergleichung der Molekularverhältnisse beider. Seit der Zeit, wo wir mit der so auffallenden Uebereinstimmung in dem elektromotorischen Verhalten dieser beiden Gewebe bekannt geworden sind, ist es zu einer wichtigen Aufgabe geworden, alle sonstigen Uebereinstimmungen und Abweichungen möglichst vollständig zu erforschen; hier haben wir eine neue und ganz vollständige Uebereinstimmung, welche vielleicht für die Theorie von Wichtigkeit werden kann.

Auch auf eine bisher ganz unvermittelt dastehende, von ihrem Entdecker geradezu als etwas Anderes, von der Modification der Erregbarkeit Verschiedenes hingestellte Thatsachen werfen unsere Erfahrungen ein neues Licht, ich meine auf Heidenhain's „Wiederherstellung der erloschenen Erregbarkeit der Muskeln durch constante galvanische Ströme“ [1]). Die Vergleichung der von Heidenhain berichteten Thatsache mit den von uns dargestellten Erscheinungen zeigt nämlich offenbar, dass es sich bei Heidenhain's Wiederherstellung der Erregbarkeit nur um eine Modification der Erregbarkeit an der äussersten Grenze derselben handelt, und die Heidenhain'schen Erscheinungen stimmen daher auch vollkommen mit denen unseres dritten Stadiums überein. Wenn Heidenhain berichtet, die schon erloschene Erregbarkeit eines Muskels werde durch einen constanten Strom wiederhergestellt für die Oeffnung dieses und die Schliessung des entgegengesetzten Stromes, so kann dies eben keine andere Bedeutung haben, als dass die Erregbarkeit für diese Reize erhöht werde, dergestalt, dass dieselben jetzt wirksam werden, während sie vorher keine Zuckung auszulösen vermochten.

[1]) S. Heidenhain, Physiologische Studien. Berlin. 1856. Artikel III. S. 55 ff.

Die entgegengesetzten Wirkungen aber, die Herabsetzung der Erregbarkeit für die Schliessung des wirkenden und die Oeffnung des entgegengesetzten Stroms konnten von Heidenhain natürlich nicht beobachtet werden, da diese Reize ja schon vorher wirkungslos waren. Bei Inductionsschlägen hingegen musste die Erregbarkeit sich stets erhöht zeigen, welches auch ihre Richtung sein mochte. Denn ein Inductionsschlag ist als ein doppelter Reiz zu betrachten, da er aus einer positiven und einer negativen Schwankung besteht, welche durch einen Moment getrennt sind, wo die Schwankung Null ist. Hat nun der modifizirende Strom die nämliche Richtung, als der Inductionsschlag, so ist die Erregbarkeit für den ersten Theil des letzteren, wo die Stromesschwankung positiv ist, herabgesetzt; für den zweiten Theil aber, wo die Stromesschwankung negativ ist, erhöht. Das Umgekehrte findet statt, wenn modifizirender Strom und Inductionsschlag entgegengesetzte Richtung haben. Es scheint aber leicht begreiflich, dass zwei schnell auf einander folgende Reize sich nicht algebraisch summiren, sondern dass jeder für sich wirke, wenn auch der endliche Effekt, welcher zur Erscheinung kommt, nur einfach ist. Dieses letztere würde nur durch die Trägheit der Muskelmoleküle bedingt sein. So würde dann nothwendiger Weise folgen, dass für Inductionsschläge der modifizirende Einfluss des Stromes sich stets als ein die Erregbarkeit erhöhender darstellt.

Es muss sehr auffallen, wie Heidenhain sich bemüht, die von ihm beobachteten Erscheinungen als etwas von der Modification der Erregbarkeit Verschiedenes aufzufassen. Die unvollständigen Angaben Ritter's und die falschen Volta's leiten ihn irre, und so sah er in der Wirkung des Stromes nicht einfach eine Erhöhung noch vorhandener Erregbarkeit, sondern Wiederherstellung schon erloschener. Der Respekt vor Eckhard's Ankündigung, welche wir schon im Eingang dieser Arbeit erwähnten, hielt ihn wahrscheinlich davon zurück; aber hätte er auch nur einen Versuch an frischen Muskeln gemacht, er hätte die Uebereinstimmung sehen müssen, und wir hätten schon durch ihn eine richtige Erkenntniss der Modificationen erlangt. Die vollkommen unabhängige Weise, wie ich zum Verständniss dieser Thatsachen gekommen bin, erhellt aus dem Gange meiner Darstellung. Uebrigens hat Heidenhain sogar schon Spuren unseres zweiten Stadiums gesehen, was ihn umsomehr auf die Einerleiheit dieser und der Ritter'schen Phänomene hätte führen können [1].

---

[1] Heidenhain a. a. O. S. 121 ff.

Nach diesen Versuchen richtete ich mein Augenmerk auch auf das Verhalten der Nerven und Muskeln im Zustand des unversehrten Lebens. Marianini behauptet, dass für diesen die Abwechselungen nicht Statt hätten, Volta will sie an sich selbst beobachtet haben[1]). Zugleich kam hierbei das Verhalten der sensiblen Nerven in Frage, für welche Ritter ein Gesetz aufgestellt hat, dass unserem für den motorischen Nerven und den Muskel gefundenen vollkommen entspricht[2]). Die hierher gehörigen Versuche zerfallen in objective am Frosche und in subjective am eignen Körper angestellte. Zum Behuf der ersteren wurde der Frosch rittlings auf einem Brette befestigt, so dass die Unterschenkel senkrecht gegen das Brett zu beiden Seiten desselben hinabhingen und die Füsse in kleine mit gesättigter Kochsalzlösung gefüllte Gefässe tauchten. Diese standen durch heberförmige Röhren in Verbindung mit zwei andern Gefässen, welche Zinkvitriollösung erhielten, und in diese wurde der Strom durch Zinkelektroden geleitet. Bei Anwendung von 10—20 Daniells zeigte sich bei Schliessung eine verhältnissmässig nicht eben starke Zuckung, denn bei dem beträchtlichen Querschnitt der Schenkel und der Vertheilung der Ströme durch den ganzen Köper konnte die Stromdichte nirgends sehr beträchtlich sein. Bei der Oeffnung war die Zuckung meist noch schwächer. Während der Strom geschlossen blieb, lag der Frosch ganz ruhig ohne jegliche Reaction da; wurde nach 10 Minuten oder besser noch etwas später geöffnet, so zeigte sich eine lebhafte Zuckung der Schenkelmuskeln, der Frosch aber zeigte offenbar das grösste Unbehagen, wandte und krümmte sich, soweit seine Bande es gestatteten, als suchte er zu entkommen. Wurde jetzt wieder in der nämlichen Richtung geschlossen, so wurde das Thier plötzlich still und lag ruhig da, als sei gar kein Strom vorhanden. Dieses Spiel konnte man oftmals hintereinander wiederholen: immer dieselbe heftige Reaction, Zeichen des Unbehagens und Bewegungen wie zur Flucht bei der Oeffnung, immer dieselbe Ruhe beim Wiederschliessen. Schloss man jedoch in entgegengesetzter Richtung, so steigerten sich jene heftigen Bewegungen noch viel mehr, und das Thier schien offenbar viel zu leiden. Oeffnete man, so wurde es bisweilen ganz beruhigt, jedenfalls schien sich sein Zustand gelindert zu haben. Die Zuckung bei der Oeffnung war stets nur schwach.

---

1) Du Bois-Reymond, Untersuch. Bd. 1. S. 374 u. 368.
2) Ebenda S. 369. Beiträge. Bd. 2. St. 2. S. 89.

Einer allzulange ausgedehnten Fortsetzung dieser Versuche widersetzt sich der verderbliche Einfluss der concentrirten Kochsalzlösung, welche an dem eingetauchten Unterschenkel in die Höhe steigend allmälig auch auf die oberen Partien einwirkt. Jedenfalls aber gehören diese Versuche auch, wenn man aus den äusseren Erscheinungen auf das schliessen darf, was die Thiere dabei leiden müssen, zu den grausamsten in der ganzen Elektrophysiologie. Ich glaubte daher dieselben nicht allzuhäufig wiederholen zu dürfen, besonders da mir die daraus zu ziehenden Schlüsse ganz unzweifelhaft schienen, nämlich erstens, dass die Modificationen der Erregbarkeit auch für den Zustand des unversehrten Lebens die nämlichen blieben, und zweitens, dass auch die sensiblen Nerven denselben in der nämlichen Weise unterworfen seien. Dieses letztere sollte nun noch durch subjective Versuche entschieden werden. Das Resultat derselben war vorauszusehen, denn wenn Ritter sagt[1]): „Die natürliche Empfänglichkeit eines Organs für den Schliessungsschlag wird auf der einen Seite der Batterie durch anhaltende Schliessungen geschwächt für diese Seite und erhöht für die entgegengesetzte; und die natürliche Empfänglichkeit für den Trennungschlag wird auf der einen Seite der Batterie durch anhaltende Schliessungen erhöht für diese Seite und geschwächt für die entgegengesetzte", so erkennt man hierin sogleich für die sensiblen Nerven das, was wir oben für die motorischen Nerven gefunden haben, und es ist daher schon sehr wahrscheinlich, dass dieses Verhalten für die sensiblen Nerven wirklich stattfinde. Und diese Vermuthung wurde durch die Erfahrung vollständig bestätigt. Ich schaltete mich nämlich in den Kreis der Kette, indem ich meine Hände in zwei Gefässe mit Kochsalzlösung tauchte, welche ebenso wie vorher durch heberförmige Röhren mit den Zinkvitriolgefässen verbunden waren[2]). Die Ergebnisse dieser Versuche stimmten mit den Angaben Ritter's vollkommen überein. Es ergab sich nämlich, dass bei der ersten Schliessung der Kette der Schlag ziemlich beträchtlich war und zwar stets stärker da, wo der Strom aus dem Körper austrat; öffnete man sogleich wieder, so war der Schlag bedeutend geringer, als bei der Schliessung und ein Unterschied auf beiden Seiten

---

1) Beiträge. Bd. 2. St. 2. S. 89.

2) Da man bei dieser Anordnung natürlich nicht gleichzeitig das Schliessen und Oeffnen, so wie das Umlegen der Wippe besorgen kann, hatten die Herren Stud. med. Wolff u. Hermann die Güte, mich zu unterstützen, sich auch selbst abwechselnd den Versuchen zu unterziehen, wofür ich denselben hiermit danke.

nicht wahrnehmbar. Ritter giebt an, dass der Oeffnungsschlag auf der Seite, wo der Strom eintritt, stärker sei; ich muss es unentschieden lassen, ob die Auffassung des Unterschiedes uns aus Mangel an Uebung, solche Eindrücke mit einander zu vergleichen, entgangen, oder ob sie nur auf Ritter's Haschen nach Gegensätzen zu schieben sei, doch scheint mir das erstere nicht so unwahrscheinlich, da einer der beiden Herren, welche mich bei diesen Versuchen unterstützten, bei stärkeren Oeffnungsschlägen entschieden einen Unterschied in Ritter's Sinne angab, während ich denselben zuweilen sogar umgekehrt zu fühlen glaubte. Doch gehört diese Frage eigentlich gar nicht hierher, sondern worauf es uns ankommt, das ist die Verstärkung des Oeffnungsschlages nach längerem Geschlossensein des Stroms, und hierin stimmten unsere Angaben vollkommen überein. Während der Strom geschlossen war, empfanden wir das bekannte prickelnde Gefühl in den eingetauchten Flächen, wurde der Strom aber 15 Minuten oder noch später nach der Schliessung geöffnet, so erschien der Oeffnungsschlag bedeutend verstärkt, der Schliessungsschlag jedoch geschwächt. Kehrte man jetzt den Strom um, so erhielt man bei der Schliessung einen wahrhaft fürchterlichen Schlag, besonders an der Seite, wo der Strom jetzt aus dem Körper austrat, und dieser Schlag steigerte sich bei mir sogar einige Male, wo ich den Strom lange geschlossen gelassen hatte, zu einem förmlichen Tetanus, welcher den ganzen Vorderarm einnahm und mit einem heftigen andauernden Schmerz verbunden war. Oeffnete man den Strom, so waren Tetanus und Schmerz mit einem Schlage verschwunden, die bei der Oeffnung eintretende Zuckung war nur mässig.

Ich glaube kaum noch hinzufügen zu müssen, dass schon vor Beginn des Versuchs die eintauchenden Flächen wohl durchfeuchtet sein müssen, wenn man die Stärke der Schläge vergleichen will. Man erreicht dies am einfachsten, wenn man die Hände einige Zeit, bevor man die Kette schliesst, schon in die für sie bestimmten Gefässe eintaucht. Wie viel die Durchfeuchtung der Epidermis ausmacht, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man die Hände eintaucht, sodann gleich schliesst und öffnet und die Hände dann bei offner Kette ruhig in den Gefässen lässt. Die Schläge werden dann einige Zeit nachher viel stärker sein. Wie viel bei Remak's Beobachtungen über die Heilung von Lähmungen durch constante Ströme die Modification der Erregbarkeit im Spiele sein mag, will ich nicht entscheiden; ob aber der allmäligen Durchfeuchtung der Epidermis durch die aufgesetzten Schwämme

nicht wenigstens ein, wenn auch nur kleiner Theil seiner Erfolge zugeschrieben werden müsse, möchte doch zu bedenken sein. Was dann solche Erfolge für einen therapeutischen Zweck leisten können, ergiebt sich von selbst.

4. Uebersicht der gewonnenen Ergebnisse[1]).

Die im vorhergehenden mitgetheilten Thatsachen haben gezeigt, wie motorische Nerven, Muskeln und sensible Nerven sich gegen die Wirkungen des constanten Stromes in ganz übereinstimmender Weise verhalten. Es ist uns möglich gewesen, eine Anzahl schon bekannter zu bestätigen, andre zu berichtigen, und endlich alle diese, bisher vereinzelten und unzusammenhängenden mit einigen neuen Thatsachen unter einen Gesichtspunkt zusammenzufassen, als dessen Ausdruck wir folgendes Gesetz aufstellen können: „Jeder constante Strom, welcher auf einen (motorischen oder sensiblen) Nerven oder einen Muskel einwirkt, versetzt diese in einen Zustand, in welchem die Oeffnung dieses und die Schliessung des entgegengesetzten Stromes eine heftige Erregung setzen, wogegen die Schliessung des ersteren und die Oeffnung des letzeren (entweder unwirksam sind oder) auf die vorhandene Erregung hemmend wirken, und zwar hat in beiden Fällen die Schliessung eine stärkere Wirkung als die betreffende Oeffnung.“ Die hauptsächlichsten Thatsachen, deren allgemeiner Ausdruck dieses Gesetz ist, sind folgende:

1. Befindet sich ein Nerv-Muskelpräparat noch auf einer höheren Stufe der Erregbarkeit, und leitet man durch eine grössere oder geringere Strecke seines Nerven einen constanten Strom, so verfällt, wenn der Strom einige Zeit (2 Minuten bis 1 Stunde und darüber) angedauert hat, beim Oeffnen der Muskel in Tetanus, welchen man nach seinem Entdecker „Ritter'schen Tetanus“ nennt.

2. Schliesst man während der Dauer des Tetanus den Strom wieder in der nämlichen Richtung, als vorher, so tritt augenblicklich Ruhe ein. Schliesst man jedoch in entgegengesetzter Richtung, so wird der Tetanus verstärkt. Ist der Tetanus nach dem Oeffnen des ursprünglichen Stromes durch allmälige

---

[1]) In etwas anderer Fassung der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in ihrer Sitzung vom 17. Dec. 1857 durch Herrn Prof. Du-Bois-Reymond mitgetheilt und abgedruckt in Monatsberichte, 1857. Decemberheft.

Abnahme in Ruhe übergegangen, so kann man ihn von Neuem hervorrufen, wenn man in der ursprünglichen Richtung momentan schliesst und wieder öffnet, oder wenn man in entgegengesetzter Richtung schliesst, und, wenn er auch hier schon aufgehört hat, indem man in dieser Richtung momentan öffnet und wieder schliesst.

3. Der durch einen Strom bewirkte Ritter'sche Tetanus kann mitunter auch schon durch Schliessung eines schwächeren Stroms in derselben Richtung besänftigt werden. Ebenso kann die Schliessung dieses schwächeren Stroms in entgegengesetzter Richtung den Tetanus, wenn er schon verschwunden ist, wieder hervorrufen.

4. Diese Erscheinungen ändern sich, wenn die Erregbarkeit des Präparates sinkt, in der Art, dass der Muskel bei Oeffnung des Stroms sich contrahirt und bei der Schliessung erschlafft, dagegen bei Schliessung in entgegengesetzter Richtung sich noch stärker als vorher contrahirt, um jetzt bei der Oeffnung zu erschlaffen.

5. Sinkt endlich die Erregbarkeit des Präparates noch mehr, so gehen diese Contrationen in einfache Zuckungen über. Der Muskel zuckt dann also bei Oeffnung des einwirkenden und Schliessung des entgegengesetzten Stromes, bei Schliessung des ersteren und Oeffnung des letzteren dagegen bleibt er vollkommen ruhig.

6. Der absteigende wie der aufsteigende Strom sind beide geeignet, diese Erscheinungen zu zeigen, doch wirkt der letztere allerdings sicherer. Doch lässt sich deswegen nicht von einer spezifischen Verschiedenheit beider Stromesrichtungen, wonach der aufsteigende Strom exaltirend, der absteigende deprimirend wirken soll, wie Ritter will, sprechen. Die geringere Constanz in den Wirkungen des absteigenden Stroms ist vielmehr so aufzufassen, dass bei diesem die Erscheinungen mit denen des Gesetzes der Zuckungen in Collision kommen.

7. Hat ein Strom einige Zeit auf einen Nerven eingewirkt und lässt man dann den entgegengesetzten einwirken, so kann man mit diesem die nämlichen Erscheinungen hervorrufen. Doch bedarf es dazu im Allgemeinen längerer Zeit, als sonst erforderlich ist, denn es muss gleichsam erst die bestehende Modification aufgehoben und dann die entgegengesetzte hervorgerufen werden.

8. Hat man durch die Einwirkung des Stroms die Erscheinungen des dritten Stadiums hervorgerufen (s. No. 5) und kehrt jetzt den Strom um, so zeigt sich, wenn die neue Stromesrichtung ohngefähr eben so lange geherrscht hat, als

die frühere, zuerst nur Zuckung bei Schliessung in der früheren Richtung; dann bei längerer Einwirkung kommt auch Zuckung bei Oeffnung der nun bestehenden Stromesrichtung hinzu.

9. Die beschriebenen Erscheinungen können auch beobachtet werden, wenn man die Ströme nicht durch den Nerven, sondern direkt durch den Muskel leitet. Doch kommen die Erscheinungen hier nur bei stärkeren Strömen zur Beobachtung, sowohl wegen der geringeren Stromdichte, als auch wegen der geringeren spezifischen Erregbarkeit der Muskeln im Vergleich zum Nerven. Den intramuskularen Nervenendigungen allein ist diese Wirkung nicht zuzuschreiben, denn sie tritt auch bei Muskeln, welche durch Wurali dem Nerveneinfluss entzogen sind, ein.

10. Setzt man Muskeln, welche auf die Schliessung und Oeffnung starker Batterien so wie auf Inductionsschläge nicht mehr mit Zuckung antworten, der Wirkung constanter Ströme aus, so kann die Erregbarkeit für die Oeffnung des angewandten und Schliessung des entgegengesetzten Stroms so wie für Inductionsschläge wieder hergestellt werden (Heidenhain).

11. Muskeln und Nerven im Zustande des unversehrten Lebens zeigen dasselbe Verhalten gegen constante Ströme, so dass sogar am menschlichen Arm ein, wenngleich schwacher Ritter'scher Tetanus erzeugt werden kann.

12. Auch die sensiblen Nerven verhalten sich ganz in der nämlichen Weise. Der Schliessungsschlag einer Batterie ist nämlich stets stärker als der Oeffnungsschlag. Lässt man aber die Batterie längere Zeit geschlossen, so wird der Oeffnungsschlag immer stärker, der Schliessungsschlag immer schwächer, dagegen der Schliessungsschlag des entgegengesetzten Stroms immer heftiger, während dessen Oeffnungsschlag an Stärke abnimmt.

Anzeige-Blatt.

Bestimmungen der Menge des Körperblutes und der Blutfärbekraft, sowie Bestimmungen von Zahl, Maass, Oberfläche und Volum des einzelnen Blutkörperchens bei Thieren und bei Menschen.

Von

Dr. **Hermann Welcker.**

Bereits meine früher mitgetheilten Bestimmungen der Blutmenge [1]) hatten für die Thiere der höheren Wirbelthierklassen eine verhältnissmässig sehr geringe Differenz in der Masse des Blutes von Thierklasse zu Thierklasse in Aussicht gestellt. Die gegenwärtig mitzutheilenden Resultate bestätigen jenes vermuthete Verhältniss. Aber es genügt nicht, zu wissen, wie es sich mit der Menge des Körperblutes verhalte; es ist weiterhin die Frage nach der Qualität des Blutes, zunächst nach dem Gehalte an seinen wichtigsten Bestandtheilen, insbesondere an Hämatin, von Wichtigkeit. Eröffnet sich hier für die vergleichend physiologische Forschung ein weites Feld, so habe ich mich bis jetzt begnügt, statt des Gehaltes an Hämatin, die Färbekraft des Blutes verschiedener Thiere miteinander zu vergleichen. Die an Zahl noch keineswegs ausreichenden und nicht abgeschlossenen Versuche ergaben das auffallende Resultat, dass die Färbekraft des Blutes von Säugethier, Vogel, Amphib und Fisch sich verhält wie nahezu 5, 4, 3 und 2.

Die sehr beträchtlichen Unterschiede in der Grösse der Blutkörperchen der verschiedenen Thierarten haben seit lange die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Es musste auffallen, dass die kleinsten Blutkörperchen bei den Säugethieren vorkommen, die Blutkörperchen der Vögel grösser, die der Amphibien am grössesten, die der Fische wiederum

---

[1]) Prager Vierteljahrsschrift 1854. Bd. 44. p. 63.

kleiner sind; dass hierin eine Grundbedingung für die Function der Blutkörperchen verborgen liege, konnte nicht zweifelhaft sein. Die von Wagner, Gulliver u. A. ermittelten Maasse der Blutkörperchen gingen von Handbuch zu Handbuch, ohne dass eine physiologische Beziehung jener Grössenverhältnisse zu anderen Verhältnissen des Blutes und des Thierkörpers allgemeiner anerkannt [1]), noch weniger ein bestimmter Aufschluss über die Bedeutung der einzelnen Maasse gegeben worden wäre.

Von weiterer Wichtigkeit ist die Frage nach dem Volumverhältniss zwischen Blutkörperchen und Intercellularflüssigkeit. Meine Untersuchungen lassen mit ziemlicher Sicherheit das auffallende Resultat erwarten, dass jenes Volumverhältniss durch die verschiedenen Thierklassen hindurch ein nahezu constantes sei. Andrerseits aber wird durch das Grösserwerden des einzelnen Blutkörperchens und ein verhältnissmässiges Zurücktreten der Blutkörperchenzahl bei gewissen Thieren die einem bestimmten Blutvolum zukommende Blutkörperchenoberfläche äusserst klein (luftathmende Kaltblüter), während sie durch die umgekehrten Bedingungen gross wird (Warmblüter).

Ich danke es grossentheils dem Zureden Prof. Leuckart's, welchem ich die Resultate meiner Versuche mittheilte, dass ich, trotz der Mühseligkeit des Blutkörperchenzählens und trotz des geringen Vertrauens, mit welchem Blutkörperchenzählung und farbeprüfende Methode bis zu jener Zeit aufgenommen wurden, meine Versuche fortsetzte und mehrfach auch bei demselben Thierindividuum alle in der Ueberschrift dieses Aufsatzes genannten Bestimmungen zugleich vornahm. Bei einer ansehnlichen Zahl von Thieren bestimmte Leuckart in der Folge die Oberflächen der wichtigsten vegetativen Organe (Haut, Darm, Respirationsapparat, Nieren), und es ist unsere Absicht, die beiderseitigen, weiterzuverfolgenden Resultate seinerzeit gemeinschaftlich, als einen Beitrag zur Statik des Thierkörpers, zu veröffentlichen.

Inzwischen wurde die von mir geübte Untersuchungsmethode von mehreren Forschern in Anwendung gezogen, ihre Zulässigkeit wie die von mir erzielten Resultate wurden bestätigt. Gleichzeitig wurden mehrere Einwürfe laut, manche vermeintliche und manche wirkliche Verbesserung hinzugefügt.

---

[1]) Die einzige hierher zielende Bemerkung, welche ich in der Literatur gefunden habe, findet sich in Bergmann und Leuckart, vergl. Anat. u. Physiol., p. 159.

Es sei mir gestattet, aus meinen seit Herbst 1855 unterbrochenen Versuchen in Folgendem eine vorläufige Mittheilung zu geben, sowie die von fremder Seite bekannt gemachten Einwürfe und Resultate, soweit es der Sache dienen mag, gelegentlich in Erwägung zu ziehen.

I.

Menge des Körperblutes.

Wenn meine früheren hierhergehörigen Versuche bei Thieren verschiedener Wirbelthierklassen kaum differentere Blutmengen ergaben, als Valentin nach einer nicht unbedenklichen Methode bei vier der Säugethierklasse angehörigen Gattungen gefunden hatte, so war ich wohl schon damals, trotzdem dass meine Versuche bei Säugethieren nur eine sehr kleine Thierart (Hausmaus) betrafen, mit grösserem Rechte, als Valentin, befugt, die gefundene Blutmengeziffer (oder eine ihr nahestehende) auf den Menschen zu übertragen und habe deshalb die von Valentin angegebene Ziffer, die mehr als das doppelte betrug, a. a. O. als unrichtig bekämpft. Ich freue mich, dass Heidenhain[1]), welcher bei Kaninchen und Hunden sehr sorgfältige Versuche mittelst der farbeprüfenden Methode angestellt hat, meine gegen die Valentin'sche Blutmengeziffer erhobenen Bedenken bestätigen konnte, während Bischoff[2]) bei zwei hingerichteten Verbrechern genau dieselbe Verhältnisszahl des Blutes nachwies, wie ich sie bei der Hausmaus gefunden hatte.

Indessen schon früher, als jene Forscher ihre Versuche anstellten, fühlte ich das Bedürfniss, die farbeprüfende Methode auch bei grösseren Thieren und wo möglich auch bei dem erwachsenen Menschen in Anwendung zu bringen, und bereits bei der Naturforscherversammlung zu Göttingen im Jahre 1854 habe ich u. A. von einer Blutmengebestimmung bei einer Katze sowie von derjenigen bei einem erwachsenen Manne (wiewohl letztere, wie unten folgen wird, nicht vollkommen gelungen war) berichtet. Leider ward ich bei meinen späteren Versuchen, bei welchen ich neben der Blutmengebestimmung meist auch Blutkörperchenmessung sowie die Vorbereitungen zur Zählung an einem und demselben Versuchstage zu Ende

---

[1]) Disquisitiones criticae et experimentales de sanguinis quantitate in mammalium corpore exstantis. Halis. 1857; und Arch. f. physiol. Heilkunde, 1857. p. 507.

[2]) Zeitschr. f. wissensch. Zool. VII, 3. p. 331 und IX, 1. p. 65.

zu bringen strebte, immer mehr wieder auf kleinere Thiere verwiesen. Es wird daher durch die von Heidenhain bei Kaninchen und Hunden gemachten Bestimmungen meine Versuchsreihe in sehr willkommner Weise vervollständigt.

Dem Wenigen, was ich über die bei der Blutmengebestimmung von mir angewendete Methode, welche ohne wesentliche Abweichung von meinen ursprünglichen Vorschlägen blieb, zu erwähnen habe, werde ich eine kurze Betrachtung des von Bischoff und Heidenhain eingehaltenen Verfahrens anschliessen, und Letzteres umsomehr, als ich mir erlauben möchte, in die unten folgende Zusammenstellung meiner Blutmengezahlen die höchst werthvollen Ermittelungen jener Forscher einzufügen.

1. Gewinnung der Blutprobe.

Die wesentlichste Abänderung meines Verfahrens, welche bis jetzt vorgeschlagen und ausgeführt wurde, ist die von Heidenhain geübte gesonderte Bestimmung der Blutmenge, einmal nach einer Scala aus venösem Blute, dann nach einer Scala aus arteriellem Blute. Heidenhain stützt diese höchst dankenswerthe Verbesserung der colorimetrischen Methode auf die von ihm durch Versuche sicher gestellte Thatsache, dass bei gleich starker Verdünnung die venöse Probe etwas dunkler erscheint, als die arterielle, welcher Unterschied sich in 23 Fällen nur zweimal nicht zu erkennen gab[1]). Man würde hiernach

---

[1]) In dem einen Falle, wo ich das Blut eines Kaninchens auf einen derartigen Unterschied prüfte (a. a. O., p. 19), war ein solcher nicht vorhanden. Dass ich den Versuch nicht wiederholte, lag neben äusseren Abhaltungen in der Erwägung, durch Verwendung einer aus venösem und arteriellem Blute gemischten Probe bei Blutmengebestimmungen in jedem Falle sicher zu gehen.

Ich bemerke an dieser Stelle, dass ein Vorwurf Heidenhain's mich nicht treffen dürfte, der Vorwurf nämlich, ich habe statt „Färbekraft“ ohne Weiteres „Hämatinmenge“ gesetzt und hiermit einen Sprung gewagt, der unter Umständen hätte gefährlich werden können, statt vorher darzuthun, ob gewisse Verhältnisse (Alterationen der Hämatinfarbe) für die Methode nicht in Betracht kämen. Ich erinnere, dass ich an der Spitze meines Vorschlags (a. a. O. p. 63) meine Meinung dahin ausgesprochen hatte, „die farbeprüfende Methode werde den Vorrath des Blutfarbestoffs zu ermitteln vermögen, sobald seine Farbe nur nicht durch Zersetzung verändert oder färbende Stoffe untrennbar beigemischt seien.“ Dass eine jegliche Art der Farbenalteration, wenn auch hier nur die am nächsten liegende, die durch Zersetzung, genannt wurde, eine Beschränkung in der Anwendbarkeit der Methode bedingen müsste, war selbstverständlich meine Meinung. Pag. 69 aber durfte ich folgende Versicherung geben: „Ich habe nun alle mir dankbaren Einflüsse, welche das Blut bei meiner Bestimmungsmethode möglicherweise treffen könnten, zur Probe auch in solchen Ver-

bei Bestimmung nach nur arterieller Blutprobe ein zu hohes, bei Bestimmung nach venöser Blutprobe ein zu niederes Resultat erhalten. Heidenhain zog aus beiderlei Bestimmungsresultaten den Mittelwerth.

Ich war bei Gewinnung der Blutprobe, die Möglichkeit jenes Farbenunterschiedes immerhin vorausetzend, stets darauf bedacht, eine Mischung aus beiden Blutarten zu erhalten, so dass in der grössten Mehrzahl meiner Blutmengebestimmungen eine Compensation der durch den Farbenunterschied bedingten Wirkungen von selbst eingetreten sein dürfte.

Dennoch gestehe ich zu, dass bei einigen meiner Versuche mit sehr kleinen Thieren (Vers. 15, 39, 40, 41, 57 und 58) in der durch Decapitation erhaltenen Blutprobe das arterielle Blut vorgewogen haben mag. Es trifft hiernach diese Versuche der Verdacht, zu grosse Blutmengen ergeben zu haben. Suchen wir nach der Grösse des möglichen Fehlers. Nach Heidenhain erhält man bei Hunden, die wahre Blutmenge zu 105,25 gesetzt, durch venöse Blutprobe 100, durch arterielle Blutprobe 111,5; bei Kaninchen durch arterielle Probe 113, wenn die venöse 100 ergab — mithin Abweichungen um 6 Procent. Ich glaube nun sicher zu sein, vorausgesetzt, dass die für den Hund und das Kaninchen geltenden Ziffern auch für andere Thiergattungen Geltung haben, in keinem jener Versuche um mehr als ein Plus von 1 bis 1,5 Procent geirrt zu haben. — Ich bemerke noch, dass ich Correcturen auf vorstehende Erwägungen hin, nirgends vorgenommen habe, sondern meine Zahlen geben werde, wie ich sie gefunden.

2. Gewinnung des Körperblutes.

Die Hauptmenge des Blutes wird durch die Verblutung gewonnen, und zwar erhält man nach meinen Aufzeichnungen bei Thieren verschiedener Klassen durch Decapitation 60 bis 70 Procent des Körperblutes, während Bischoff bei drei durch das Fallbeil hingerichteten Männern 74 Procent, Heidenhain bei Hunden und Kaninchen nach Eröffnung der grossen Halsgefässe etwa die Hälfte[1]) des Körperblutes ausfliessen sah. Die Menge dieses Blutes habe ich, um von Seiten der beim Verblutungstode eintretenden Blutverdünnng keinen Nachtheil zu erleiden, niemals durch Wägung oder im Messglase, son-

---

suchen zur Wirkung kommen lassen, in welchen ein seiner Menge nach bereits bekanntes Blutvolum durch Farbeprüfung wieder nachgewiesen wurde, das Resultat mithin auf das directeste controlirt war; das Resultat sprach immer zu Gunsten der Methode." Pag. 43, 44, 72 und 73 endlich habe ich von Versuchen berichtet, nach welchen die Färbekraft von Blut, welches sehr verschiedenartigen Einflüssen (namentlich allen denen, welche die Blutscala und die Waschflüssigkeit etwa betreffen könnten) ausgesetzt gewesen, zur Blutmengebestimmung sich tauglich zeigte.

[1]) Diese geringe Menge bei Heidenhain erklärt sich daraus, dass H. die Thiere nicht vollständig verbluten liess, sondern möglichst frühe die Gefässausspritzung begann.

dern stets durch Farbeprüfung nach der Scala bestimmt. Das im Körper noch zurückgebliebene Blut wurde durch Ausspritzung der Gefässe mit Wasser[1]) und der endliche Rest durch Auswaschen des fein zerhackten Körpers gewonnen. Bei kleineren Thieren unterliess ich in der Regel die Gefässausspritzung und beschränkte mich auf Zerhackung und Auswaschung. Umgekehrt habe ich in keinem meiner Versuche (wenn ich von dem ersten, am 13. Febr. 1853 mit einer Maus angestellten Versuche absehe) mich auf Gefässausspritzung beschränkt, da bereits die erste Reihe meiner Versuche das Resultat feststellte, dass die Gefässausspritzung stets einen Rest des Blutes zurücklasse[2]).

Wo sich bei Thieren starke Anhäufungen von Pigment vorfanden, z. B. am Peritoneum der Eidechsen und Schlangen, da wurde dieses Pigment vor der Zerhackung sorgfältig entfernt. Die Ausschliessung der Galle und anderer durch ihre Färbung störender Flüssigkeiten versteht sich von selbst.

3. Farbeprüfung.

Bei Bildung der Farbenscala für Blutmengebestimmungen habe ich mich fast ausschliesslich sogenannter Reagenzröhrchen bedient. Diese Gläschen von 1,5 Centim. Weite gewähren, worin mir Bischoff beistimmt, grosse Vortheile in Bezug auf Handlichkeit bei der Farbeprüfung, sowie in Bezug auf sichere Abschätzung der Farbennuancen, und ich möchte grösseren Flaschen, die jedenfalls minder bequem sind, kaum einen Vorzug zuerkennen.

In der Regel bildete ich eine fünfgliederige Scala aus je 20 CC. Wasser und 50, 45, 40, 35 und 30 C.Mm. Blut (400fache bis 666fache Verdünnungen[3]).

Nachdem die Farbennuance des ergossenen oder ausgewaschenen Blutes durch Zugiessen von Wasser dem wenigst verdünnten Scalengliede nahe gebracht und das Gesammtvolum der Blutlösung ermittelt war, wurde ein kleines, filtrirtes Volum derselben in ein Probirröhrchen eingegossen und durch aus der Burette zugetropfte Wassermengen der Reihe nach auf den Farbenton aller einzelnen Scalenglieder (sowie auf deren Zwischenstufen) gebracht. Es ergab mithin ein solcher

---

[1]) Einer sehr zweckmässigen Vorrichtung zur Gefässausspülung, nicht mittelst der Spritze, sondern durch den Druck des Wassers, bediente sich Heidenhain (a. a. O. p. 515).

[2]) z. B. 4,6 % im 3. Versuche, 10,7 % im 4. Versuche (a. a. O. p. 67).

[3]) Mit ganz ähnlichen Verdünnungen (500 bis 1000fach) arbeitete Heidenhain.

Versuch 9 Einzelprüfungen, welche von dem aus ihnen resultirenden Endmittel selten mehr, als um 2 bis 3 Procent abwichen.

Eines etwas abweichenden Verfahrens, welches ich in früheren Versuchen ebenfalls geübt hatte, bediente sich Bischoff. Derselbe bildete nicht im Voraus aus der bei dem ersten Blutabfliessen gewonnenen Blutprobe eine Scala, auf deren einzelne Nummern sodann die Farbe der Auswaschflüssigkeit durch gemessene Wasserzusätze gebracht worden wäre, sondern er beliess die Waschflüssigkeit, deren Volum er ein für allemal maass, bei ihrem einmal angenommenen Farbentone und auf ihre Färbung brachte er durch gemessene Wasserzusätze die bis dahin unvermischt anfgehobene Blutprobe. Es hat dies Verfahren jedenfalls den Vortheil, dass hier nur bei der einen Flüssigkeitssorte (derjenigen, die den Maassstab bildet) minutiöse Volumetrie nothwendig ist, während für die zweite Flüssigkeitssorte, die meist aus vielen tausenden CC. bestehende, starkverdünnte Waschflüssigkeit, das Maximum eines möglichen Abmessungsfehlers unschädlich ist. Wie dem auch sei, ich habe mich mit diesem scheinbar einfacheren Verfahren niemals recht befreunden können und auch Heidenhain scheint nach seinen Mittheilungen (a. a. O. p. 526) ausschliesslich das zuerst geschilderte Verfahren benutzt zu haben.

Von der Genauigkeit des oben beschriebenen Verfahrens habe ich mich auf das vielfachste überzeugt und auch für Andere den Beweis geführt — Letzteres durch meine auf der Göttinger Naturforscherversammlung mitgetheilten, durch Zeugen controllirten Versuche, in welchen die Fehler nur 0,3 % (923 statt 920) und 0,7 % (1100 statt 1108) betrugen[1].

Stehen nur sehr kleine Blutmengen zur Verfügung, so können kleine, federkieldicke Glasröhren zur Scala benutzt und genaue Resultate erzielt werden. Die Art und Weise eines derartigen Versuchs zeigt folgendes Beispiel.

Die Blutmenge eines jungen, seit 3 Tagen ausgekommenen Vögleins von nur 1 Grm. Körpergewicht sollte bestimmt werden. Die Decapitation gab nur 0,030 CC. zur Fertigung einer Scala brauchbaren Blutes. Es wurde dieses Blut mit 0,600 CC. Wasser gemischt und aus dieser 21fachen Verdünnung durch entsprechende Wasserzusätze eine dreigliedrige, in dünne Glasröhrchen eingefüllte Scala gebildet, deren

Nr. I	einer	Mischung	von	1	Wasser	und	0,0025 Blut
„ II	„	„	„	„	„	„	0,00237 „
„ III	„	„	„	„	„	„	0,00225 „

entsprach. Die Waschflüssigkeit des zerhackten Vögelchens betrug 8 CC.

[1]) Vgl. H. Welcker, Anweisung zum Gebrauche der Blut-Fleckenscala. Giessen, J. Ricker. pag. 14. — Heidenhain, wiewohl er dieselbe Genauigkeit in der Farbeprüfung erreichte, wie ich (mittlere Schwankung der zu einem Versuche gehörigen Einzelprüfungen um 2—4 %), thut der Methode Unrecht, wenn er (a. a. O. p. 525) sich bescheidet, von Differenzen von 2,5 — 4 % zu sprechen. Denn nicht die um 2 % Plus oder Minus differirende Einzelprüfung ist einem Wägungsversuche des Chemikers zu vergleichen, sondern der aus mehreren Einzelprüfungen zusammengesetzte Versuch. Die Einzelprüfung gleicht nur dem Ausschlage der noch oscillirenden Wagenzunge.

2 CC.	derselben	mit	1,50	Wasser	stimmen	mit	Nr. I
„	„	„	„	1,75	„	„	„ Nr. II
„	„	„	„	2,0	„	„	„ Nr. III
„	„	„	„	1,5	„	„	„ Nr. I—II

wonach sich 0,035 — 0,0355 — 0,036 — 0,034, d. i. im Mittel 0,035 CC. Blut berechnen. Die Blutmenge ist hiernach 0,030 + 0,035 = 0,065 CC.

Erhält man die Waschflüssigkeit, wie dies bei grösseren Thieren fast immer der Fall sein wird, in mehreren getrennten Portionen, von welchen dann die zuerst gewonnene in der Regel sehr blutreich und rein von fremdartigen Beimischungen, die später gewonnenen immer blutarm und häufig etwas verunreinigt sind, so scheint es mir rathsam, jede einzelne Waschflüssigkeit (oder mindestens die qualitativ sehr differenten) für sich zu prüfen, keinesfalls aber die Farbeprüfung einer grossen, wohlpräparirten, die Hauptmenge des Körperblutes enthaltenden Blutlösung zu verschieben, bis etwa der letzte Rest des in dem zerhackten Thierkörper noch haftenden Blutes extrahirt sei. Es gilt dies namentlich bei Versuchen mit grösseren Thierkörpern, zumal zur Sommerzeit und sofern es nicht möglich sein sollte, den Versuch am ersten oder zweiten Tage zu Ende zu führen.

Die Bestimmung der Blutmenge eines erwachsenen Menschen ist mir leider, weil ich die eben erwähnten Vorsichtsmaassregeln zum Theile ausser Augen setzte, nur unvollkommen gelungen, und sie würde gänzlich misslungen sein, hätte ich mich nicht der Hauptmasse des Blutes versichert und denjenigen Rest, welcher einer methodischen Farbeprüfung entging, durch ungefähre Abschätzung einigermaassen zu bestimmen gewusst.

Dass Nähere dieses Versuchs ist folgendes. Herr Prof. Bischoff hatte die Güte, mir am 27. Aug. 1854 die Leiche des zur Anatomie gelieferten Selbstmörders J. Sp., eines kräftigen Mannes von etwa 55 Jahren, zur Bestimmung der Blutmenge zur Verfügung zu stellen. Das Gewicht der Leiche betrug 57206 Grm., nach Abzug des Magen- und Darminhaltes 54628 Grm. Am ersten und zweiten Tage gewann ich durch Ausspritzung von der Aorta und den Artt. iliacae aus, sowie durch Zerhackung und Auswaschung der Eingeweide und der Muskeln die 254000 CC. betragende Waschflüssigkeit A, deren Blutgehalt ich mittelst der Farbenscala auf 3090 CC. (3260 Grm.) bestimmte. Am dritten und vierten Tage wurde durch Zerhackung und Auswaschung der Knochen [1]) sowie durch ferneres Auswaschen der zerhackten Weichtheile die Waschflüssigkeit B. im Volum 152500 CC. gewonnen. Von dieser Flüssigkeit B, welche sehr blass und blutarm war, konnte ich nach meiner damaligen Geübtheit in derartigen Abschätzungen mit ziemlicher Sicherheit aussagen, dass sie nicht unter 1 und nicht über 2 Pfunde Blut

[1]) Die Knochen waren, mit der auffälligen Ausnahme der oberen Theile der Schenkelknochen und der spongiösen Theile der Schulterblätter und Beckenknochen, bereits in Folge der Gefässausspritzung nahezu blutlos.

enthalte. Während ich indess beschäftigt war, die zerhackten Körperreste noch weiter auszuwaschen und mich überzeugte, dass sie leer waren, verdarb die Flüssigkeit B, noch ehe eine Prüfung mit der Scala vorgenommen werden konnte. Im Verdrusse darüber, dass ein so mühsamer Versuch ohne ein scharfes Resultat ausgehen sollte, verwarf ich denselben ganz und habe auch in einem Vortrage auf der Göttinger Naturforscherversammlung denselben als misslungen bezeichnet. Ich glaube aber, dass ich darin zu weit gegangen bin, und dass derselbe uns immerhin aussagen könne, innerhalb welcher Grenzwerthe die Blutmengeziffer bei einem Menschen von gemessenem Reingewichte gelegen habe.

Da ich das Resultat dieses Versuchs in die unten folgende Zusammenstellung (sub. N. 66) aufnehmen werde, so folgen hier noch weitere, zu seiner Beurtheilung dienende Data. Man wird zunächst fragen: Nach welchem Blute geschah die Farbeprüfung der Flüssigkeit A? Keineswegs nach Blut der Leiche, sondern nach meinem eignen Blute. Die Färbekraft dieses letzteren zu 50 bestimmt, schrieb ich dem Blute des Selbstmörders, gestützt auf Leichenschau und Section, eine Färbekraft von 48 zu und halte mich nach den bei Bestimmung der Färbekraft des Blutes von mehr als 100 kranken und gesunden Personen gemachten Erfahrungen für sicher, dass dasselbe 50 nicht erreichte, hinter 46 aber nicht zurückblieb [1]. Die Flüssigkeit A würde hiernach im Minimum 2966 CC., im Maximum 3224 CC. Blut enthalten haben, während ich als wahrscheinlichste Ziffer 3090 CC. oder 3260 Grm. annehme. Den Blutgehalt der Flüssigkeit B schlage ich auf 800 Grm. an, während er 1000 Grm. wohl nicht erreichen, hinter 600 Grm. nicht zurückbleiben dürfte.

Wir erhalten hiernach für den Körper eines Mannes von 54628 Grm. Reingewicht eine Blutmenge von 4060 Grm. (d. i. 7,43 Grm. Blut auf 100 Grm. Körper), während bei Zugrundelegung der Minimalwerthe beider Waschflüssigkeiten 3729 Grm., bei Zugrundelegung der Maximalwerthe 4401 Grm. Blut resultiren; so dass 6,83 bis 8,05 Grm. Blut auf 100 Grm. Körper die Grenzwerthe sein dürften, zwischen welchen bei jener Mannesleiche die wahre Blutmenge eingeschlossen lag.

4. Berechnung der Versuchsresultate.

Bei Berechnung der Versuchsresultate ist es wünschenswerth, dass nicht das Bruttogewicht des Körpers, sondern das nach Ausschluss des in so wechselnder Menge im Körper mitgeführten Magen- und Darminhaltes gewonnene Reingewicht zu Grunde gelegt werde. Sind freilich 100 Grm. Reingewicht eines Vogels und 100 Grm. Reingewicht eines Kaninchens noch keineswegs gleichwerthige Grössen, so würde

---

[1]) Ich darf mich hier namentlich auf das Zeugniss J. Vogel's berufen, welcher sich in einer grossen Zahl von Fällen davon überzeugte, wie nahe das durch Farbeprüfung ermittelte Resultat mit Demjenigen übereinstimmte, was sich nach Erwägung des Gesundheitszustandes des Individuums im Voraus erwarten liess.

bei Zugrundelegung von Rohgewichtsmengen dieser Thiere, indem ein Kaninchen etwa $^1/_6$, ein Vogel $^1/_{40}$ seines Körpergewichtes an Ballast zu führen pflegt[1]), nicht die mindeste Aussicht auf einen irgend nutzbaren Calcül vorhanden sein.

Wir verdanken Bischoff, bis jetzt dem einzigen Forscher, welcher colorimetrische Blutmengebestimmungen bei dem erwachsenen Menschen unter Anwendung einer dem lebenden Versuchsindividuum entnommenen Blutprobe ausgeführt hat, die Feststellung der Thatsache, dass die Blutmenge des erwachsenen Mannes in einem Falle 4872 Grm., in einem zweiten Falle fast ebensoviel, 4858 Grm., betrug. Die uns mitgetheilten Körpergewichte zeigen eine verhältnissmässig grosse Differenz: 63258 u. 68010 Grm.; aber diese Ziffern beziehen sich auf den entkleideten Körper; nicht auf das Reingewicht. Sollten sich hier die Reingewichte vielleicht in entsprechender Weise, wie die Blutmengen, ähnlich verhalten haben, während das zweite Individuum nur durch reichlicheren Darminhalt ein grösseres Bruttogewicht gewonnen hätte? In der unten folgenden Zusammenstellung habe ich, da der Magen- und Darminhalt bei beiden Individuen nach einer von Herrn Prof. Bischoff mir gütigst gemachten Mittheilung wenig beträchtlich war, die Blutmenge (sub Nr. 67[a] und 68[a]) auf ein Reingewicht berechnet, welches sich bei Annahme einer mässigen Menge Darminhaltes ergeben würde.

5. Resultate der Blutmengebestimmungen.

Ich erinnere, dass bei den von mir angestellten Versuchen Blutvolumina, nicht aber deren Gewichtswerthe, direct ermittelt wurden. Die für die Umwandlung in Gewichtswerthe erforderliche Ziffer des specifischen Gewichtes des Blutes berechnete ich aus der Färbekraft des betreffenden Blutes (vgl. a. a. O. p. 66) und habe in denjenigen Fällen, in welchen ich das specifische Gewicht zugleich auch durch Wägung bestimmte, eine hinlängliche Uebereinstimmung gefunden[2]).

In den nun folgenden Tabellen habe ich der Vollständigkeit halber auch meine früheren, a. a. O. bereits mitgetheilten Versuche (17 an der Zahl) wieder aufgeführt. Die Versuche 50 bis 55 (Kaninchen) sowie 60 bis 64 (Hund) sind von Heidenhain angestellt; Versuch 67 und 68 gehören Bischoff an.

---

[1]) Diese gelegentlich ermittelten Verhältnisszahlen sind keineswegs ganz ohne Interesse. Bei Mäusen betrug der Darminhalt im Mittel $^1/_{20}$, beim Siebenschläfer $^1/_{25}$; bei der Katze fand ich $^1/_{19}$, bei einer Ziege (die verhältnissmässig leeren Magens war) $^1/_{11}$, bei Kaninchen $^1/_7$ und $^1/_5$. Eine sehr auffällig geringe Ballastmenge fand ich bei Fledermäusen; die hier gefundenen Ziffern $^1/_{40}$ und $^1/_{90}$ stimmen ganz mit den bei gut fliegenden Vögeln gefundenen ($^1/_{40}$ bis $^1/_{60}$), während junge Nesthocker (Zeisig) $^1/_6$ bis $^1/_{18}$, im Mittel $^1/_{10}$ ergaben.

[2]) Auch Heidenhain bemerkt, dass die Gewichtsziffer des Gesammtblutes bei dieser Berechnungsweise im ungünstigsten Falle um $^1/_2$ Procent unrichtig werden könne.

Tabelle I.

Blutmenge der einzelnen untersuchten Thiere.

	Reingewicht Grm.	Blutmenge		100 Grm. Thier haben Blut		Gewichtsverhältniss von Blut und Körper
		CC.	Grm.	CC.	Grm.	
1. Cyprinus tinca, m., Februar.	269,5	4,81	5,04	1,79	1,87	1:53
2. Perca fluviatilis, f., Februar.	122,7	1,26	1,32	1,03	1,07	1:93
2a. Dieselbe nach Abzug des Rogens.	98,2	1,26	1,32	1,28	1,34	1:74
3. Petromyzon marinus, f., Juni.	1094	43,7	45,6	3,99	4,16	1:24
3a. Dieselbe nach Abzug der Eier.	884,5	43,7	45,6	4,94	5,15	1:19
4. Proteus anguinus, f., s. mehreren Monaten fastend.	13,4	0,39	0,40	2,90	3,00	1:33
5. Triton cristatus, m. Mai.	8,33	0,53	0,55	6,31	6,57	1:15,2
6. Salamandra maculosa, m. N. 2, Juli.	25,2	1,39	1,46	5,53	5,78	1:17,3
7. Salamandra maculosa, f., N. 1, Juli.	26,7	1,77	1,84	6,63	6,89	1:14,5
7a. Dieselbe, nach Abzug der Eier.	26,0	1,77	1,84	6,82	7,08	1:14,1
8. Salamandra maculosa, f., N. 3, Juli.	32,9	1,79	1,86	5,44	5,66	1:17,7
8a. Dieselbe, nach Abzug der Eier.	31,4	1,79	1,86	5,71	5,93	1:16,8
9. Rana temporaria, m., N. 1, Septbr.	51,7	3,17	3,32	6,12	6,42	1:15,6
10. Rana temporaria, f., N. 1a, Septbr.	43,2	1,73	1,82	4,19	4,39	1:23,8
10a. Dieselbe, nach Abzug der Eier.	34,7	1,73	1,82	5,00	5,24	1:19,1
11. Rana temporaria, m., N. 2.	31,5	1,80	1,88	5,73	5,96	1:16,7
12. Rana temporaria, m., N. 0, Decbr.	44,6	2,80	2,92	6,27	6,55	1:15,3
13. Rana temporaria, m., N. 13, Decbr.	38,1	1,79	1,87	4,71	4,91	1:20,4
14. Coluber natrix, fem., m. 25 fast reifen, blutlosen Eiern. Juli.	260,8	11,35	11,98	4,35	4,55	1:21,7
14a. Dieselbe, nach Abzug der Eier.	147,1	11,35	11,98	7,72	8,07	1:12,3
15. Anguis fragilis, N. 1, Juni.	4,75	0,18	0,19	3,76	3,93	1:26,7
16. Anguis fragilis, f., N. 1a. Eier unentwickelt. Juli.	14,7	0,76	0,79	5,16	5,40	1:18,5

	Reingewicht. Grm.	Blutmenge CC.	Blutmenge Grm.	100 Grm. Thier haben Blut CC.	100 Grm. Thier haben Blut Grm.	Gewichtsverhältniss von Blut und Körper
17. Anguis fragilis, f., N. 2. Trächtig, Juli.	33,7	2,10	2,19	6,22	6,50	1 : 15,4
17 a. Dieselbe, nach Abzug der Eier.	23,4	1,58	1,65	6,74	7,04	1 : 14,2
17 b. Die Eier, (16 Stück) mit 1,5 Zoll langen Embryonen.	10,3	0,52	0,54	5,05	5,27	1 : 18,9
18. Anguis fragilis, f., N. 3. sammt 16 Embryonen, 13,1 Grm. wiegend.	30,5	1,57	1,64	5,14	5,37	1 : 18,6
19. Lacerta muralis, m., Mai. (Mittel aus 4 St.).	7,09	0,44	0,46	6,24	6,49	1 : 15,4
20. Lacerta agilis, m., N 7 April.	13,0	0,71	0,74	5,42	5,66	1 : 17,6
21. Lacerta agilis, m., N. 8, Mai.	12,9	0,86	0,90	6,68	6,98	1 : 14,3
22. Lacerta agilis, m., N. 9, Mai.	11,9	0,67	0,70	5,59	5,85	1 : 17,1
23. Lacerta agilis, m., N. 11, Juni.	11,7	0,66	0,69	5,67	5,92	1 : 16,9
24. Lacerta agilis, m., N 6, Juni.	11,4	0,59	0,62	5,19	5,43	1 : 18,4
25. Lacerta agilis, m., N 1, Mai.	10,4	0,59	0,62	5,68	5,94	1 : 16,8
26. Lacerta agilis, m., N 2, Mai.	9,91	0,57	0,59	5,72	5,98	1 : 16,7
27. Lacerta agilis, m., N. 3, Mai.	9,31	0,50	0,53	5,42	5,67	1 : 17,6
28. Lacerta agilis, m., N. 4, Mai.	7,55	0,44	0,46	5,83	6,09	1 : 16,4
29. Lacerta agilis, m., Nr. 5, Mai.	7,40	0,43	0,45	5,85	6,12	1 : 16,3
30. Lacerta agilis, f., mit 7 erbsengrossen Eiern.	9,04	0,36	0,38	3,99	4,17	1 : 24,0
30 a. Dieselbe, nach Abzug der Eier.	7,70	0,36	0,38	4,69	4,90	1 : 20,4
31. Lacerta agilis, fem., N. 2. m. verstümmelten Schwanze (s. unten).	12,5	0,87	0,91	6,96	7,27	1 : 13,3
32. Junge Taube, N. 1. flügge.	214,9	22,7	23,8	10,6	11,1	1 : 9,0
33. Junge Taube, N. 2., flügge.	231,2	20,9	21,9	9,05	9,48	1 : 10,6
34. Alte Taube, männl., Januar.	280,8	20,5	21,4	7,30	7,63	1 : 13,1
35. Junger Sperling, ausgeflogen, August.	22,3	1,80	1,89	8,09	8,49	1 : 11,8
36. Junger Buchfink, seit 14 Tagen ausgeflogen, krank, (s. unten).	22,1	1,39	1,46	6,29	6,63	1 : 15,1

	Reingewicht. Grm.	Blutmenge CC.	Blutmenge Grm.	100 Grm. Thier haben Blut CC.	100 Grm. Thier haben Blut Grm.	Gewichtsverhältniss von Blut und Körper.
37. Motacilla tithys, alt, Juni.	13,3	1,01	1,06	7,59	7,99	1 : 12,5
38. Wendehals, seit 8 Tagen ausgeflogen. Aug.	20,2	1,48	1,55	7,31	7,66	1 : 13,1
39. Junger Zeisig, N. 1, 3 Tage alt.	1,09	0,065	0,068	5,94	6,18	1 : 16,1
39 a. Derselbe, nach Abzug des Dotters.	1,03	0,065	0,068	6,29	6,54	1 : 15,2
40. Junger Zeisig, N. 2, 7 Tage alt.	3,34	0,22	0,23	6,62	6,89	1 : 14,6
40 a. Derselbe, nach Abzug des Dotters.	3,33	0,22	0,23	6,63	6,91	1 : 14,5
41. Junger Zeisig, N. 3, 10 Tage alt. (Dotter verschwunden).	6,71	0,42	0,44	6,27	6,56	1 : 15,2
42. Junge Hausmaus, N. 1, Februar.	9,15	0,71	0,96	7,72	8,09	1 : 12,4
43. Junge Hausmaus, N. 2, Februar.	6,35	0,48	0,51	7,61	7,96	1 : 12,6
44. Männliche Maus, N. 3, Septbr.	12,2	0,99	1,03	8,08	8,46	1 : 11,8
45. Trächtige Maus, N. 4, Septbr.	14,2	1,02	1,07	7,21	7,55	1 : 13,2
46. Alte männl. Maus, Nr. 5, August.	16,4	0,98	1,04	6,01	6,34	1 : 15,7
47. Myoxus glis, m., N. 1, Juli.	68,9	4,14	4,35	6,00	6,31	1 : 15,8
48. Myoxus glis, m., N. 2, Juli.	85,8	4,52	4,79	5,27	5,58	1 : 17,9
49. Myoxus glis, m., N. 5, Juli.	77,8	4,66	4,90	5,99	6,30	1 : 15,9
50. Männliches Kaninchen, III.	1068	48,8	51,1	4,57	4,81	1 : 20,8
51. Männliches Kaninchen, VI.	786,5	44,8	46,9	5,70	6,08	1 : 16,4
52. Männliches Kaninchen, II.	765,5	43,3	45,3	5,66	5,88	1 : 17,0
53. Männliches Kaninchen, IV.	706,0	39,7	41,5	5,62	5,87	1 : 17,0
54. Männliches Kaninchen, I.	669,0	32,9	34,4	4,91	5,14	1 : 19,4
55. Trächtiges Kaninchen, nach Abzug der Früchte.	1040	66,9	70,0	6,43	6,70	1 : 14,9
56. Junge Ziege, männl., Juni.	3330	197,3	207,0	5,92	6,21	1 : 16,1
57. Vespertilio noctula, f., N. 1, Juli.	4,38	0,30(?)	3,18(?)	6,85(?)	7,27(?)	1:13,8(?)
58. Vespertilio noctula, f., N. 2, August.	4,51	0,41	0,43	9,09	9,64	1 : 10,4

	Reingewicht. Grm.	Blutmenge CC.	Blutmenge Grm.	100 Grm. Thier haben Blut CC.	100 Grm. Thier haben Blut Grm.	Gewichtsverhältniss von Blut und Körper.
59. Katze, altes Weibchen, säugend.	2195	137,7	143,9	6,27	6,56	1:15,2
60. Männlicher Hund, III.	5947	447,9	470,4	7,53	7,91	1:12,6
61. Männlicher Hund, IV. vierjährig.	3115	221,2	232,3	7,10	7,45	1:13,4
62. Ausgewachsen Hund, V.	2987	230,7	242,2	7,71	8,11	1:12,3
63. Männlicher Hund, II. dreijährig.	2388	160,4	168,4	6,71	7,05	1:14,2
64. Männlicher Hund, I. dreijährig.	2106	131,9	138,5	6,31	6,62	1:15,1
65. Neugebornes Kind, während der Geburt erstickt.	2976	146,3	154,3	4,92	5,19	1:19,3
65 a. Dasselbe Kind, sammt Placenta.	3328	219,5	227,6	6,59	6,96	1:14,6
66. J. Sp., kräftiger Mann, 55 Jahre alt, erhängt.	54628	3538 bis 4175	3729 bis 4401	6,48 bis 7,64	6,83 bis 8,05	1:14,6 bis 1:12,4
66 a. Derselbe.	54628	3852?	4060?	7,05?	7,43?	1:13,4?
67. Langguth, ein m. einem scorbutischen Leiden behafteter Mann, guillotinirt. — Bruttogewicht 63258 Grm.	—	4640	4872	—	—	1:13 *)
67 a. Derselbe.	60428?	4640	4872	7,68?	8,06?	1:12,4?
68. Lettel, kräftiger Mann v. 26 J., guillotinirt. Bruttogewicht 68010 Grm.	—	4627	4858	—	—	1:14 *)
68 a. Derselbe.	64919?	4627	4858	7,12?	7,48?	1:13,4?

*) Die von Bischoff auf das Bruttogewicht berechneten Verhältnisszahlen.

Tabelle II.

Mittlere Blutmengen bei den untersuchten Thierspecies.

	Zahl der untersuchten Exemplare	Gewichtsverhältniss von Blut und Körper. Grenzwerthe		Mittel.
Petromyzon marinus	1	—	—	1:19,4
Knochenfische.	2	1:74	1:53	1:63
Proteus anguinus.	1	—	—	1:33
Triton und Salamander	4	1:17,3	1:14,1	1:15,9
Rana temporaria	5	1:20,4	1:15,3	1:17,4
Coluber natrix und Anguis fragilis	5	1:26,7	1:12,3	1:18,3
Lacerta muralis, mas.	4	—	—	1:15,4
Lacerta agilis, mas.	10	1:18,4	1:14,3	1:16,8
Lacerta agilis, fem.	1	—	—	1:20,4
Taube	3	1:13,1	1:9,0	1:10,9
Kleinere Vögel (N. 35, 37 u. 38).	3	1:13,1	1:11,8	1:12,4
Hausmaus	5	1:15,7	1:11,8	1:13,1
Siebenschläfer	3	1:17,9	1:15,8	1:16,5
Kaninchen, männl. Thiere. . . .	5	1:20,8	1:16,4	1:18,1
Junge Ziege	1	—	—	1:16,1
Vespertilio noctula	2	1:13,8	1:10,4	1:12,0
Katze, weiblich.	1	—	—	1:15,2
Hund, männlich	5	1:15,1	1:12,6	1:13,5
Mann, (Mittel aus 66a, 67a u. 68a).	3	1:13,4	1:12,4	1:13,1

Tabelle III.

Mittlere Blutmengen bei den untersuchten Thierklassen.

	Zahl der untersuchten Species.	Gewichtsverhältniss von Blut und Körper. Grenzwerthe.		Mittel.
Fische	3	1 : 74	1 : 19,4	1 : 49
Nackte Amphibien	4	1 : 33	1 : 15,9	1 : 20,5
Beschuppte Amphibien	4	1 : 20,4	1 : 15,4	1 : 17,2
Vögel	4	1 : 13,1	1 : 10,9	1 · 12,1
Säugethiere und Mensch	8	1 : 18,1	1 : 12,0	1 : 14,7

6. Rückblick auf vorstehende Versuchsresultate.

Fragen wir nun: welche Schlüsse lassen sich aus vorstehenden Zusammenstellungen entnehmen, so bin ich der Meinung, dass die Anzahl der Versuche eine noch viel zu geringe ist, um in dieser Beziehung etwas irgend Endgültiges

aussagen zu können. Die vorliegenden Versuche mögen uns nur im Allgemeinen orientiren, welche Differenzen etwa in der Blutmenge nach Klasse, Species, Geschlecht und anderen Besonderheiten der zu untersuchenden Geschöpfe zu erwarten sind.

Vor Allem verwahre ich mich, da aus den verschiedenen Wirbelthierklassen zusammengenommen nur 23 Species auf die Blutmenge untersucht sind, vor der Meinung, als sollten die Endziffern der Tabelle III die wirkliche mittlere Blutmenge der einzelnen Thierklassen ausdrücken. Es ist hier, wie bei vielen der folgenden Betrachtungen, überall im Sinne zu behalten: „so weit die jetzigen Untersuchungen reichen."

So weit nun, als diese reichen, ist die Blutmenge bei den Kaltblütern geringer, als bei den Warmblütern. Sie steigt von den Fischen zu den nackten, von da zu den beschuppten Amphibien und scheint ihr Summum zu erreichen bei den Vögeln, so dass das Säugethier in der Blutmenge zwischen Vogel und beschupptes Amphib zu stehen kommt.

Lassen wir nun die Fische ausser Acht, so scheint es, dass bei den höheren Wirbelthieren die Blutmenge von Klasse zu Klasse kaum stärkere Differenzen zeige (1:12 bis 1:20), als solches innerhalb der einzelnen Klassen bei verschiedenen Thierspecies vorkommt (z. B. bei Säugethieren 1:12 bis 1:18).

Man wird, sobald die Zahl der gemachten Bestimmungen eine grössere geworden sein wird, die Frage aufwerfen können: wonach richtet sich die Blutmenge bei den verschiedenen Thierspecies? Höchstwahrscheinlich nach mehreren Bedingungen, die sich im einzelnen Falle wohl auch gegenseitig beschränken und abändern können. Eines der wirksamen Momente dürfte wohl die Grösse des Thieres sein. Valentin vermuthete bei kleinen Thieren eine geringere relative Blutmenge, als bei grösseren. Ich würde a priori, unter Erwägung des bei kleinen (warmblütigen) Thieren so energischen Stoffwechsels, das Umgekehrte erwarten, und wirklich zeigen 3 nahe verwandte, in der Körpergrösse differente Thiere: Maus, Siebenschläfer und Kaninchen, ein Wachsen der relativen Blutmenge mit der Kleinheit des Thieres.

Aber wahrscheinlich nur innerhalb derjenigen Thiergruppen, die nach Bau und Lebensweise miteinander nahe verwandt sind, mithin im Ganzen wohl innerhalb unserer Ordnungen und Familien, möchte die Blutmenge mit der Körpergrösse in einem bestimmten Verhältnisse stehen. So hat der grösseste der untersuchten Nager, das Kaninchen, die kleinste der bei den Nagern gefundenen Blutmengen (1:18); aber ein noch

grösseres Thier einer fremden Ordnung, der Hund, hat nicht weniger Blut, sondern mehr, und zwar ebensoviel, als der kleinste der untersuchten Nager (1:13).

Und ebendieselbe Ziffer, 1:13, scheint dem erwachsenen Manne zuzukommen; sie ergiebt sich als gemeinschaftliches Mittel derjenigen Grenzwerthe, welche ich sowohl bei der von mir untersuchten Leiche, als bei den beiden von Bischoff untersuchten Verbrechern setzen zu dürfen glaubte.

Ob mit der Trennung in Pflanzenfresser und Fleischfresser die Säugethiere sich, wie vermuthet worden ist, zugleich auch in blutarme und blutreiche Thiere scheiden, dafür giebt unsere Zusammenstellung bis jetzt keine Anhaltspunkte.

Interessant ist die grosse Blutmenge bei der Fledermaus, so dass dieses Thier auch hierdurch an die Vögel erinnert.

Wie weit und nach welchen Bedingungen schwankt die relative Blutmenge bei Thieren einer und derselben Species?

Hier scheint nun zunächst bei jungen Thieren die relative Blutmenge grösser zu sein, als bei erwachsenen; so bei der jungen Taube 1:9 und 1:11, während die alte Taube 1:13 zeigt. Abweichend hiervon findet sich bei dem jungen Zeisig (Vers. 39 bis 41) constant eine Blutmenge, welche hinter dem bei andern Vögeln gefundenen Mittel zurückbleibt; doch ist hierbei zu bemerken, dass es sich im letzteren Falle um sehr junge, zum Theil noch mit dem Dottersacke versehene Thiere handelte, während die zuerst erwähnten Fälle auf flügge Thiere Bezug hatten.

Dem Geschlechte nach scheint die Blutmenge bei den männlichen Thieren grösser zu sein, als bei den weiblichen, wenigstens stehen die letzteren zur Tragezeit oder in der auf die Geburt zunächst folgenden Zeit in der Blutmenge zurück, welcher Unterschied bei Erwägung der mit den Geschlechtsfunctionen verbundenen Ausgaben der männlichen und weiblichen Individuen sehr erklärlich erscheinen dürfte. So sehen wir besonders deutlich bei denjenigen Amphibien, bei welchen die im Körper geführten Eier nicht bluthaltig sind, die Blutmenge selten diejenige des männlichen Thieres erreichen, selbst dann nicht, wenn wir die Blutmenge auf ein Körpergewicht beziehen, welches von demjenigen der Eier befreit ist. Auch die säugende Katze zeigt, im Vergleiche mit dem männlichen Hunde, eine niedere Blutmenge.

Sehen wir nun von den Geschlechtsverschiedenheiten und den Verhältnissen bei jüngeren Thieren ab, so scheint ein bestimmtes Verhältniss zwischen Körpergewicht

und Blutmenge allerdings vorhanden zu sein. Die Tabelle I, verzeichnet unter No. 20 bis 29 zehn Blutmengebestimmungen bei erwachsenen Männchen von Lacerta agilis; die Versuche sind nach den Körpergewichten geordnet, die schwersten Thiere voran, und wir finden (mit einer einzigen Ausnahme), dass mit dem Körpergewichte auch die Blutmenge bei jedem folgenden Thiere kleiner wird. Unter No. 50 bis 54 habe ich die Blutmengebestimmungen, welche Heidenhain bei männlichen Kaninchen anstellte, nach der Reihenfolge der Körpergewichte umgeordnet; diese Reihenfolge trifft genau zusammen mit der Reihenfolge der Blutmengen. Dasselbe ist (wiederum mit einer einzigen Ausnahme) der Fall bei den von Heidenhain untersuchten männlichen Hunden (Vers. 60 bis 64 [1]). Wir sehen also bei männlichen Thieren derselben Species die Blutmenge mit dem Körpergewichte wachsen. Aber keineswegs ergaben die untersuchten Thiere derselben Species für ihre relative Blutmenge eine und dieselbe, gemeinschaftliche Ziffer, und zwar differiren die relativen Blutmengen stärker, als dass wir dies auf Rechnung der Bestimmungsfehler schieben dürften. Würde man, gewiss sehr hochgreifend, jeder einzelnen Blutmengebestimmung wegen Hinzukommens der bei Gewinnung der Waschflüssigkeit, Ermittelung des Reingewichtes etc. möglichen Fehler einen eben so grossen Gesammtfehler zuschreiben, wie ihn die einzelne Farbeprüfung begehen kann (2 % nach der Plus- oder Minusseite), so würden, falls ein reiner Parallelismus zwischen Körpergewicht und Blutmenge bestände, auf 100 Grm. Lacerta agilis mas. 5,8 bis 6,1 Grm. Blut gefunden werden dürfen; es finden sich aber 5,4 bis 7,0 Grm. Bei Kaninchen dürften gefunden werden 5,4 bis 5,7; es finden sich 4,8 bis 6,1. Bei Hunden dürften gefunden werden 7,3 bis 7,6; es finden sich 6,6 bis 8,1. Da nun diese Verschiedenheiten der relativen Blutmenge bei drei Thierarten weder gleichmässig zu Gunsten der grösseren, noch der kleineren Thiere ausfallen, so spricht dies dafür, dass bei erwachsenen Thieren einer und derselben Species ein Parallelismus zwischen Körpergrösse und Blutmenge zu Grunde liege, der aber durch anderweitige Momente (Ernährung, individuelle Verhältnisse u. dgl.) in noch nicht bekannter und schwer übersehbarer Weise getrübt werden kann.

Was den Einfluss des Gesundheitszustandes auf

[1]) Die von Heidenhain untersuchten Hunde sind meist 3 bis 4jährig, und auch die Kaninchen sind ihrem Körpergewichte nach ausgewachsene Thiere.

die Blutmenge anlangt, so finden wir bei einem jungen, frisch eingefangenen Buchfinken (Vers. 36) nur 6,6 Procente Blut, während verwandte Vögel genau desselben Lebensalters weit grössere Blutmengen zeigen (Sperling 8,5, Wendehals 7,7). Jener anämische Buchfink, der schon auf den ersten Anblick krank und geschwächt erschien, beherbergte unter der Haut der Schenkel und der Beckengegend 10 Stück erbsengrosser Cysten[1]), welche Würmer enthielten (Monostomum faba Bremser).

Nichtabnahme der Blutmenge beobachtete Heidenhain (a. a. O. pag. 530) bei drei Hunden, welche 6 bis 14 Tage ohne alle Nahrung blieben.

Eines Falles von Polyämie, und zwar Plethora quoad volumen, habe ich bereits an einem anderen Orte Erwähnung gethan, er betrifft die Eidechse No. 31. Dieselbe führte, während 5,9 Procent das Mittel dieser Thiere ist, die auffallend grosse Quantität von 7,3 Procent Blut. Es fehlte unserem Thiere der Schwanz bis auf einen kleinen, bereits vollständig vernarbten Stumpf. Erhöht man nun für dieses Thier die Ziffer des Körpergewichtes dem Verlust an Körpermasse gemäss, d. i. mindestens um $^1/_8$ des Körpergewichtes, so erhält man eine durchaus normale relative Blutmenge.

In Folgendem möchte noch einer Erörterung über die Aussprüche dreier Autoren, die Blutmenge und die Methode ihrer Bestimmung betreffend, ein kleiner Raum gestattet sein.

Valentin hält noch in seinem neuesten physiologischen Werke (Grundriss der Physiol., IV. Aufl., pag. 181) an der von ihm zu $^1/_5$ des Körpergewichtes bestimmten Blutmenge fest. Die von ihm gegen die colorimetrische Methode vorgebrachten Gründe finden sich am genannten Orte pag. 328.

Funke (in seinem Lehrb. der Physiol., 2. Aufl., p. 6) schöpft aus der „in verschiedenen Gefässprovinzen verschiedenen Färbekraft des Blutes“ ein grosses Bedenken gegen die colorimetrische Methode und schliesst seine hierhergehörigen Angaben mit dem Ausspruche, dass „die wenigsten Bedenken der Weber-Lehmann'schen Methode entgegenzustehen scheinen, welche für den Menschen eine Blutmenge von $^1/_8$ des Körpergewichtes ergeben hat.“ Ich muss hiergegen einwenden, dass ebenso, wie die colorimetrische Methode

---

[1]) Dass das Gewicht dieser Cysten von dem Körpergewichte des Vogels abgerechnet wurde, versteht sich von selbst.

es bis jetzt unterlassen hat, aus den einzelnen, im Inneren des Körpers verborgen liegenden Gefässprovinzen eine Anzahl Blutfarbeproben zu entnehmen und für die Berechnung zu Grunde zu legen, ebensowenig auch bei dem Weber-Lehmann'schen Verfahren die Verhältnisszahlen des festen Rückstandes, welche doch wohl ebenfalls in verschiedenen Gefässprovinzen variiren dürften, für jene fraglichen differenten Blutsorten des Körpers ermittelt wurden [1]). In dieser Beziehung hat die colorimetrische Methode mindestens keinen grösseren Fehler begangen, als die Methode von Weber und Lehmann. Wie aber letztere sich vor dem Uebertritte fester Bestandtheile aus dem die Gefässe umgebenden Parenchym, mithin vor einem grossen Fehler nach der Plusseite, schützen könne, sehe ich nicht ab. Wenn Funke die Meinung ausspricht, dieser Fehler sei der „kurzen Dauer der Operation wegen nicht anzunehmen", so entgegne ich: er muss eintreten mit dem Momente, wo statt normalen Blutes wässerige Flüssigkeit durch die Gefässe rieselt und er steigert sich in jedem Augenblicke dieser niemals rasch ausführbaren Operation. Funke bezweifelt, dass man „stets alles im Körper anwesende Blut in einem zur Farbeprüfung geeigneten Zustande erhalten könne;" ich habe Versuche angestellt, welche in dieser Beziehung vollständige Beruhigung geben.

Ein letztes Wort noch betrifft eine jüngste Vernehmlassung Herrn Professor Vierordt's.

An zwei verschiedenen Orten hatte ich seinerzeit an die Schwierigkeit erinnert, die durch Hering's Versuche bei Pferden ermittelte Blutumlaufszeit (30 Secunden) mit dem Resultate derjenigen Berechnungen in Einklang zu bringen, welche neben der Menge des Systoleblutes und der Pulszahl als dritten Factor die Valentin'sche Blutmengeziffer zu Grunde legen (120 Secunden), und habe darin eine Stütze für meinen Angriff auf die damals geltende Blutmengeziffer gesucht. Ich bemerkte u. A.:

„Man sieht, es ist Hering, welcher gegen die bis jetzt gültige Blutmengebestimmung kein Arg hat, des Blutes zu viel, und er weiss es nicht unterzubringen." (Fechner's Centralblatt 1853, p. 944); sowie ferner:

„Benutzt man die von mir bei der Maus gefundene Ziffer 1 : 12,5, so steht das Resultat, 48 Secunden, dem durch das Experiment ermittelten sehr nahe, durch unmerkliche Correction eines der beiden anderen Factoren

---

[1]) Weber und Lehmann benutzten zur Bestimmung der Menge des ausgewaschenen Blutes die Verhältnissziffer nur einer einzigen Blutsorte, des Verblutungsblutes nämlich (vgl. Lehmann, Lehrb. der physiol. Chem., 2. Aufl., II, 234).

würde die Uebereinstimmung vollkommen werden." (Prager Vierteljahrschrift, 1854, p. 70).

Aber es würde mir, hätten nicht directe Beobachtungen mir zur Seite gestanden, der Muth gefehlt haben, einfach „auf dem Wege der Ableitung" und durch Supposition einer willkürlich gewählten Ziffer — wenn nur mit ihr rechnend die bewussten „30 Secunden" herauskämen — einen so allgemein anerkannten Satz, wie den von der Valentin'schen Blutmenge, umstossen zu wollen. — Eine derartige „Ableitung" findet sich nun in Vierordt's jüngster Schrift „die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes, Frankfurt a/M. 1858." Diese Ableitung ist interessant genug, um eine Beleuchtung derselben an dieser Stelle zu rechtfertigen. Vierordt sagt a. a. O. p. 122:

„Die Dauer eines vollständigen Blutumlaufes ist ein so wichtiges Moment . . . . , dass dessen exacte Ermittelung" (man erinnere sich unten des Wortes: exacte Ermittelung) „mit Nothwendigkeit zu einer Reihe abgeleiteter Thatsachen führen muss." Und Vierordt versteht es, seine Ziffern zu setzen. (Dass bereits andere Menschen durch directe Versuche die Blutmenge auf $^1/_{12}$ bis $^1/_{13}$ des Körpergewichtes bestimmt hatten, ist eine Sache für sich). Würde man freilich die verschiedenen Werthe, mit welchen rechnend Herr Vierordt sich „mit zwingender Nothwendigkeit" zu einer Blutmenge von $^1/_{12,6}$ Körpergewicht führen lässt, nur hier und da ein wenig anders veranschlagt haben, so hätte man statt zu $^1/_{12,6}$ ebensogut auch zu $^1/_8$ oder zu $^1/_{18}$ kommen können. Aber hören wir Vierordt. Zu seiner Berechnung braucht derselbe erstens „T", d. i. die Dauer eines Kreislaufes. Für den Menschen kennt er diese nicht, da aber T des Pferdes = 27,6 Secunden ist und T des Hundes 15,2 Secunden, so „sind wir wohl berechtigt" (!), für den Menschen einen „Mittelwerth" anzunehmen, „mit der sicheren Erwartung, dass der hier etwa unterlaufende Fehler unerheblich ist" (pag. 123). In dieser Beziehung ist also das Mittelding zwischen Thier und Engel einmal das Mittel zwischen Hund und Pferd. Hätten zufällig zwei beliebige andere Vierfüssler zur Ermittelung von T vorgelegen und statt 27 und 15 allenfalls 27 und 30 ergeben, würden dann — dies darf man hier doch fragen — allenfalls auch diese Ziffern für den erforderlichen Mittelwerth hergehalten haben? Aber nicht 27 und 30 sondern 27 und 15 liegen vor, und es wäre hiermit T des Menschen „exact ermittelt" und auf

23,1 festgesetzt[1]).. — Als zweites Glied seiner ableitenden Berechnung braucht Vierordt „V", das ist die Menge des Blutes, welches in einer Secunde aus der linken Herzkammer ausgetrieben wird. Gegen diesen Werth „kann man Einwendungen machen", doch der Calcul ist sonst so wohl fundirt, dass Vierordt in Bezug auf V die Annahme eines Fehlers „von etwa $^1/_8$" gestattet. Rechnen wir also mit T und V, so ist V $\times$ T oder 207 $\times$ 23,1 = 4782 CC. Blut. Machen wir jetzt noch zum Schlusse die ganz unverfängliche Annahme, das Mittelding zwischen Hund und Pferd habe 63,6 Kilogr. gewogen, so ergiebt sich die Blutmenge, wie man sie nur wünschen kann, als $^1/_{12,6}$ des Körpergewichtes!

Diese Zahl würde Vierordt „nur als eine approximative betrachten," würde sie nicht „in auffallendster Weise bestätigt" durch die Ergebnisse seiner Infusionsversuche (p. 124). Diese „Ergebnisse" aber sind „abgeleitet" aus der „Annahme," dass unter den Säugethiergattungen eine Proportionalität bestehen müsse zwischen dem Körpergewichte und den durch die einzelnen Ventrikelsystolen ausgetriebenen Blutmassen. Diese „Annahme" wiederum erhält ihre „Bestätigung," wenn die Rechnung ergiebt, „dass verschiedene Thiergattungen nahezu den Körpergewichten proportionale Blutmengen besitzen." Nimmt man aber mit Vierordt an, dass eine Systole „bei den Säugethieren" $^1/_{353}$ des Körperblutes austreibe, so berechnen sich (unter Statuirung fernerer Rechnung tragender Annahmen) für das Kaninchen $^1/_{13,7}$, für den Hund $^1/_{13,2}$ und für das Ziegenböckchen $^1/_{13,6}$ [2]).

In Vierordt's nun folgender Verwunderung über die „ganz unerwartete Uebereinstimmung" dieser durch „indirecte Methode" erhaltenen Ziffern (p. 128) liegt eine grossartige Naivität. Dass bereits andere Leute ganz dieselben Ziffern durch eine directe Methode, welche nachweislich nicht um 2 Procent irren darf, ermittelt und im Drucke veröffentlicht hatten, ist eine Sache für sich, und Vierordt hofft, dass seine Ziffern den Prüfstein einer

---

[1]) Characteristisch bei diesen exacten Ermittelungen ist der strenge Gebrauch der Decimale. Was bedeutet eigentlich bei dieser so gewonnenen Ziffer „23" das angehängte, verlorene $^1/_{10}$?

[2]) Die Natur erlaubte sich stärkere Abweichungen von jener von mir für die Maus ermittelten Ziffer; sie gab dem Kaninchen 1 : 18, dem Ziegenböckchen 1 : 16.

directen Methode, wenn es dereinst eine solche geben werde[1]), nicht scheuen sollen. Aber noch mehr. Das nahe Zutreffen von Heidenhain's[2]) Ziffern mit denen Vierordt's, weit entfernt, dass Vierordt sich herbeiliesse, auf eine solche Bestätigung grossen Werth zu legen, dürfte nach Vierordt „zum Theil nur auf **Zufall** beruhen!"

Darum nämlich, weil Heidenhain die bei dem Verblutungstode eintretende Blutverdünnung nicht berücksichtigt habe. Aber könnte dieser Fehler, der bei rasch eintretender Verblutung gewiss sehr geringe Wirkung hat, auch nur im Entferntesten verglichen werden mit dem Fehler, welchen Vierordt begeht, wenn er seine Ziffer $^1/_{13,7}$ für die Blutmenge des Kaninchens durch Rechnung mit einem Körpergewichte von 1,37 Kilogr. gewinnt, bei welcher Gewichtsziffer nach Vierordt's eignem Geständnisse „das Gewicht des bei diesem Thiere mehr als in anderen in Betracht kommenden Mageninhaltes[3]) **nicht ausgeschlossen ist!**" Und doch ist das Zusammentreffen von Heidenhain's und Vierordt's Resultaten nur ein Zufall! Glücklicher Zufall für die colorimetrische Methode! Aber nicht Heidenhain, am allerwenigsten Welcker, haben die Valentin'sche Blutmengeziffer erschüttert, sondern es geschah dies durch Vierordt, auf dem Wege der „Ableitung" — aus „exacten Ermittelungen" — „mit zwingender Nothwendigkeit."

(Die Fortsetzung folgt in einem der nächsten Hefte).

---

[1]) Vielleicht denkt Vierordt hier an die p. 129 von ihm angedeutete Methode, wo alle „Blutkörperchen" des ganzen Thierkörpers „ausgepumpt" werden und statt der Färbekraft die Zählung der Körperchen entscheiden soll. — Bei Heidenhain ist nachzulesen, wieviel Procente des Körperblutes die Auspumpung zurücklässt.

[2]) Meine längst vorher publicirten Ziffern hatten das Glück, mit Vierordt's exacter Ermittelung nicht minder gut übereinzustimmen. Aber findet auch die Methode, deren „Heidenhain" sich bediente, keine Gnade bei Vierordt, so hat Letzterer doch gegen mich die menschenfreundliche Schonung, den Namen dessen, der ihre Erfindung verschuldet, mit mildem Schweigen zu übergehen. — Wozu indessen eine solche Entstellung und Verschiebung der Thatsachen, die mir höchst gleichgültig sein kann, jedenfalls aber nicht die geeignetste Antwort ist auf meine durchaus ehrlich gemeinten Erklärungen pag. 60 und 65 der Prager Vierteljahrschr., Jahrg. 1854.

[3]) Er beträgt bei Kaninchen bekanntlich oft mehr als $^1/_5$ des Körpergewichtes.

Ueber die Bedeutsamkeit der Nervenhüllen.

Von

Prof. Dr. **E. Harless** in München.

Obwohl bisher die Bemühungen der Physiologen erfolglos geblieben sind, die functionelle Bedeutung der einzelnen histologischen Bestandtheile, aus welchen der Nerv zusammengesetzt ist, in das Einzelne zu verfolgen, so schien nichts der Voraussetzung zu widersprechen, dass er aus wesentlichen und unwesentlichen Geweben bestehe, d. h. aus solchen, deren Form und Mischung den Innervations-Vorgang direct bedingen, und solchen, welche an sich reizlos, den anderen höchstens mechanischen Schutz bieten, und den Ernährungs-Bedingungen Genüge leisten.

In diesem Sinne war die Wichtigkeit der Nervenhüllen als Träger der Gefässe und als elastische Massen (in physikalischem Sinn) schon längst hinlänglich gewürdigt.

Dass aber eben diese Hüllen durch ihre jeweilige physikalische Beschaffenheit in ausserordentlich feiner Weise als Regulatoren für die Reizbarkeit der wesentlichen Nervensubstanz functioniren können, musste bei der allzuwenig subtilen Untersuchungsmethode unbekannt bleiben, um so mehr als die Anatomie nur in den extremsten Fällen auf die Untersuchung der Nervenhüllen da geführt wurde, wo die pathologischen Erscheinungen mit der organischen Veränderung des Gewebes ihren Höhepunkt erreicht hatten. Die feineren Unterschiede dürften wohl auch nie am Sectionstisch erkennbar gemacht werden, wo die Leichenveränderung sie schon längst wieder verwischt und ausgeglichen hat.

So bleibt nur eine experimentelle Beweisführung im Zusammenhalt mit den Erscheinungen am Lebenden möglich um zu zeigen, dass die Nervenhüllen zur Regulirung der Reizbarkeit wesentlich beitragen.

Das Maass der Reizbarkeit zu bestimmen kann nur versucht werden, wenn man sich über alle die Punkte Rechenschaft gegeben hat, welche auf den letzten Effekt der Reizung influiren, an welchem man eben den Reizbarkeitsgrad misst.

Die schwierigste, vielleicht nie zu lösende Aufgabe, nämlich die, das absolute Maass der Reizbarkeit zu bestimmen, darf umgangen werden, wo es sich nur, wie bei den meisten physiologischen Reizversuchen, um die relativen Unterschiede handelt.

Von der Ermittelung der letzteren ist also hier allein die Rede. Der galvanische Reiz erscheint als der geeignetste, weil er einerseits innerhalb enormer Grenzwerthe eine Anwendung erlaubt ohne die Leistungsfähigkeit des Nerv bleibend zu vernichten, weil er andererseits einer Maassbestimmung weit aus am zugänglichsten ist.

Geschwindigkeit der Stromschwankung in der Zeiteinheit und Dichte des Stromes sind bekanntlich die beiden Factoren, von welchen die Wirkung auf den Nerv abhängt. Da die Dichte eine Function von Stromstärke und Querschnitt des Nerv ist, an dem letzteren aber genau messbar und immer wieder zum ursprünglichen Maass zurückführbar nichts geändert werden kann, so bleibt nur die Geschwindigkeit der Stromschwankung und die Stromstärke als Bedingungen übrig, welche willkürlich und genau bestimmbar variirt werden können, um den jeweiligen Grad der Nervenerregbarkeit zu ermitteln. Macht man die eine dieser Grössen constant, und variirt nur die zweite, so lässt sich diese unter der Voraussetzung, dass Leitungsgüte und Querschnitt wie Länge des Nerv constant ist, direkt als Maassstab benutzen. Wo sich die Verhältnisse an dem Nerv durch anderweitige experimentell eingeführte Bedingungen ändern, müssen diese Aenderungen erst in Rechnung gezogen werden, um die rein physiologische Leistungsgüte für den besonderen Fall ermitteln zu können.

Die Quantität der Nervenleistung selbst in einen bestimmten Ausdruck zu bringen wird um so schwieriger, je mehr jenseits des Nerv, also in dem Gebiet das Maass gesucht wird, welches durch die Nerventhätigkeit eine Aenderung erleidet; denn nichts bürgt uns dafür, dass der Ausschlag an dem Organ, dessen Zustandsänderung wir messen, proportional mit der Intensität der Nervenerregung durch den Reiz sei.

Je kleiner die Anforderung ist, welche wir an die Leistung des mit dem Nerv verbundenen Organes stellen, desto bestimmter wird durch sie der Grad der Nervenerregbarkeit angezeigt werden und dann am bestimmtesten, wenn der Moment auf-

gesucht wird, in welchem die Nerventhätigkeit nur den zum Auslösen etwa der Muskelkräfte eben ausreichenden Werth erreicht hat, oder in welchem sich Hemmung und Antrieb zur Contraction eben die Waage halten.

Es lässt sich also z. B. die Reizbarkeit vergleichsweise an dem Maximalwerth der Widerstände messen, welche man in den Schliessungsbogen einer stets mit gleicher Geschwindigkeit sich öffnenden und schliessenden galvanischen Kette einschalten darf, um entweder eben noch mit den Unterbrechungen des Stromes isochrone Zuckungen zu erhalten, oder eben jede Zuckung dadurch unmöglich zu machen. Am sichersten fährt man, wenn man jedesmal diese beiden Beobachtungen macht, und aus ihnen das Mittel zieht. Wie die Unterbrechung des Stromes regulirt, wie die fraglichen Widerstände aufgefunden werden, welche zahlreiche Cautelen zu beobachten sind — alles das habe ich in den Denkschriften der k. baier. Akademie der Wissenschaften (II. Ce. VIII. Bd. II. Abth. p. 315 ff.) ausführlich mitgetheilt.

Hier sei nur erwähnt, dass das Messinstrument ein mit Flüssigkeit gefüllter Rheostat ist, dessen Widerstand sich mit der grössten Schnelligkeit innerhalb enormer Grenzen (von 0 bis 3000000000) verändern lässt, entsprechend dem grossen Umfang der Möglichkeiten, welchen die verschiedenen Erregbarkeitsgrade der Nerven unter dem Wechsel der äusseren Umstände und der inneren Veränderungen darbieten.

Die Möglichkeit in der kürzesten Zeit innerhalb eines so grossen Spielraumes die geeigneten maassbestimmenden Widerstände aufzufinden, beruht auf dem grossen Leitungswiderstand der im Rheostaten befindlichen und der freien Wahl anheimgegebenen Flüssigkeitsarten.

Es mögen nur einige Verhältnisse der specifischen Leitungwiderstände hier in Erinnerung gebracht werden, um sich eine Vorstellung von dem wahren Werth der Rheostatenablesungen zu verschaffen, nach welchen die Reizbarkeitsgrade auf die angegebene Weise bestimmbar gemacht wurden.

Denkt man sich den galvanischen Strom durch einen Meter langen und 1 □ Millimeter im Querschnitt haltenden Kupferdraht geleitet, so kann man den dadurch erzeugten Widerstand = 1 setzen, und den eines anderen Drahtes von denselben Dimensionen oder eines Flüssigkeitsfadens damit vergleichen. Dieses Verhältniss nennt man dann den specifischen Leitungswiderstand der fraglichen Substanz.

Darnach berechnet, wird der
des Silbers: 0,9
des Neusilbers: 11,33
der concentrirten Kupfervitriollösung: 16000000
des Wassers: 6400000000.

Da sich nun die Widerstände direkt wie die Längen und umgekehrt wie Querschnitte der Substanzen verhalten, durch welche der Strom seinen Weg nehmen muss, so lassen sich die respektiven Widerstände hieraus für irgend welche andere regelmässig begrenzte, am einfachsten cylindrich geformte, Strombahn berechnen.

So ergab der eine von mir gebrauchte Rheostat bei Füllung mit Wasser für je 1 Centimeter Höhe der Flüssigkeitssäule 7056000 Meter Normaldraht Widerstand.

Dagegen verschwinden begreiflich die Widerstände, welche ausserdem von Seite der metallischen Leitung im Schliessungsbogen befindlich sind, so wie die wesentlichen Widerstände in der Kette.

Die an dem Instrument unmittelbar abzulesenden Widerstands-Unterschiede geben allein schon Auskunft über den Wechsel der Nerven-Reizbarkeit, wenn Leitungsgüte und Querschnitt der gereizten Nervenstrecke unverändert geblieben. Wo das Letztere aber nicht der Fall ist, muss der Theil der Rheostaten-Widerstände, welcher nur zur Compensation der physikalischen Veränderung in dem Nerven verwendet worden, von dem beobachteten ganzen Widerstand abgezogen werden, um den Rest als Maass der Veränderung, welche die physiologische Leistungsfähigkeit der Nerven erfahren hat, benutzen zu lassen.

Die Formel, nach welcher man diesen Ausdruck der Veränderung in der Reizbarkeit findet, und welche ich am angeführten Ort in meiner dritten Abhandlung über molekuläre Vorgänge in der Nervensubstanz entwickeln werde, verlangt die Kenntniss von Leitungswiderstand in Nerv und Rheostat, was nur nach gleichzeitiger Ermittlung der Polarisation genau gefunden werden kann, die Kenntniss des Nerven-Querschnittes zwischen den Poldrähten vor und nach der Zustandsänderung des Nerv und endlich die Kenntniss des Gesammtwiderstandes im Schliessungsbogen.

Es dürfte hier kaum der Ort sein die Wege zu zeigen, auf welchen experimentell diesen Forderungen Genüge geleistet werden kann, und welche in der erforderlich kurzen Zeit nur mit Hülfe manchfacher technischer Kunstgriffe und Berechnungen zurückgelegt werden können; es sei nur erwähnt, dass für die entscheidenden Versuche, welche als Beweismittel für

die oben ausgesprochenen Behauptungen dienen sollen, die Veränderungen der Rheostatenwerthe unmittelbar als Index für die Aenderung der Reizbarkeitsgrade angesehen werden dürfen. In Beziehung auf andere hier noch anzudeutende Beobachtungen, bei welchen sich die physikalischen Zustände der Nerven rückwirkend auf die Quantität der galvanischen Erregungsquelle ebenfalls ändern, mag noch erwähnt werden, dass diese im Verhältniss zu dem Wechsel in der physiologischen Leistungsfähigkeit klein, in einzelnen Fällen verschwindend klein sind; so dass also auch dabei die unmittelbar beobachteten Rheostatenwerthe für Ausdrücke der Reizbarkeitsgrade genommen werden dürfen.

Obwohl alle meine bisherigen Untersuchungen ausschliesslich an dem galvanischen Froschpräparat angestellt worden sind, und als Index für die Reizbarkeitsgrade der Nerven die Zuckungen der Muskeln benützt wurden, so darf doch kein Anstand genommen werden ihren Resultaten eine mehr allgemeine Gültigkeit sowohl in Beziehung auf die Natur der Nerven als in Beziehung auf die Organismen zuzuschreiben. Denn mögen auch immer die absoluten Werthe des Nervenimpulses, welche zur Auslösung der Thätigkeit eines bestimmten Organes nothwendig sind, mit der Natur des letzteren wechseln: die relativen Unterschiede werden die gleichen bleiben, wenn die Nerven der verschiedenen Organe je immer den gleichen äusseren Einflüssen bis zu dem gleichen Maass ihrer Einwirkung ausgesetzt werden; und zwar wird dies um so mehr der Fall sein, je entschiedner jene Einflüsse auf die wesentlichen Eigenschaften und Bestandtheile der Nervensubstanz gerichtet sind; denn darin wenigstens kann kein Unterschied z. B. bei den motorischen und sensitiven Nerven nachgewiesen werden.

Auch die Anwendung unserer Beobachtungen auf die Nerven höherer Thiere und des Menschen wird dadurch gerechtfertigt, dass sich überall die gleichen integrirenden Bestandtheile, die gleichen wesentlichen Anordnungen der Gewebselemente wiederfinden, ganz abgesehen davon, dass sich experimentell oder durch klinische Beobachtung hinlänglich viele Parallelen auffinden lassen, durch welche jene Anwendung in noch höherem Grad gerechfertigt erscheinen muss.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich zu den Resultaten verschiedener Versuche über, von welchen ich einige des Zusammenhanges wegen aus meiner Abhandlung in den Denkschriften der k. bair. Akademie hier anführen muss. — Als einen allgemein integrirenden Bestandtheil der Nerven hat

man das Wasser anzusehen; davon führen sie bei dem Menschen im Durchschnitt 67,9 %, bei den Fröschen 76,3 %. Dieses Wasser durchdringt die Nerven gewiss nicht mit vollkommener Gleichmässigkeit, d. h. nicht in jedem denkbar kleinsten Stück Nervensubstanz werden sich die gleichen Procente Wasser finden. Dem widerspricht einerseits die vorwiegende Menge von Fett, welche an ganz bestimmten Orten des Nerv localisirt ist, andererseits die Differenz in der Cohäsion seiner einzelnen Gewebsmassen, indem das Neurilem bei Fröschen und kleineren Säugethieren in der Regel viel leichter zerreissbar ist, als die eigentliche Nervensubstanz. Dieser letztere Umstand möchte besonders noch die Annahme unterstützen, dass die Nervenhüllen wasserreicher sind, als das eigentliche Nervengewebe, wenn es sonst auch wol wenigstens bei den Nerven kleinerer Thiere schwer fallen möchte, hierüber die Waage entscheiden zu lassen.

So viel ist sicher: die Nervenhüllen führen eine beträchtliche Menge von Wasser, und wenn man die Nerven in toto austrocknet, so beginnt der Wasserverlust sicher in ihnen. Indem dies geschieht, ändert sich wesentlich die physikalische Eigenschaft der Hülle in Beziehung auf Cohäsion und Volum. Jene wird grösser, dieses wird kleiner und in Folge dessen schrumpft der ganze Nerv; sein Durchmesser verringert sich.

Wir haben keine Vorstellung von dem speciellen Antheil, welchen das Wasser der Nerven an deren specifischem Leistungsvermögen, an dem eigentlichen Innervations-Vorgang hat. Es lässt sich nur sagen: von seiner Menge hängt das specifische Gewicht der den Nerv durchdringenden Lösung ab, und was an chemischen Processen im Nerv auf die Nerventhätigkeit influirt, wird in ihren letzten Wirkungen wesentlich mit von dem Wassergehalt abhängig zu denken sein.

Was sich zunächst experimentell prüfen lässt, ist der Zusammenhang von Reizbarkeit und physiologischer Leitungsgüte des Nerv mit seinem Gehalt an Wasser. Unter Reizbarkeit verstehe ich hier das Maass des Impulses, welcher nothwendig ist, um in dem Muskel eben die Auslösung der Kräfte zu bewerkstelligen, deren Thätigkeitsäusserung als Muskelzuckung sinnenfällig wird; unter Leitungsgüte verstehe ich die Grösse des mechanischen Widerstandes, welche sich längs einer Nervenstrecke zwischen der gereizten Stelle und dem Eintritt der Verzweigung in die Muskelsubstanz geltend macht. Die Leitungsgüte steht im umgekehrten Verhältniss zu diesem Widerstand, und wird wiederum gemessen, aber indirekt, an der Grösse des Impulses, welcher auf die entferntere Nerven-

stelle wirken muss, um die Auslösung der Muskelkräfte trotz dieser Entfernung der gereizten Stelle von dem Eintritt der Verzweigung in die Muskelsubstanz zu bewerkstelligen.

In dem jetzt mitzutheilenden Beispiel ist der Versuch so angestellt, dass der frei präparirte Schenkelnerv über den feststehenden Enden der Poldrähte, dem Zutritt der austrocknenden Zimmerluft ausgesetzt, herabhängt, während der zugehörige von Haut entblöste Unterschenkel vor Wasserverlust vollkommen gesichert ist. Von Zeit zu Zeit wird geprüft, welche Widerstände in den Schliessungsbogen eingeschaltet werden müssen, um eben die Auslösung der Muskelzuckung auf der äussersten Grenze ihres Eintrittes zu erhalten. In diesem Fall trocknet also der ganze Nerv aus, sowohl die direkt vom unterbrochenen galvanischen Strom durchflossene Stelle als auch die diesseits und jenseits gelegene Strecke, von welchen die dem Knie nächstliegende am kleinsten ist.

Voran steht die Zeit, nach Minuten, welche der Nerv dem Austrocknen ausgesetzt war und daneben der Rheostatenstand, dessen Zunahme die von Minute zu Minute wachsende Reizbarkeit erkennen lässt.

Zeit in Minuten	Rheostatenstand in Centim.
0	30
5	45,5
8	65,5
9	84
10	100
11	150
12	180
13	280
19	130
20	80
21	30
22	0

Man sieht hier die anfänglich geforderten Widerstände im Rheostat um das 9,3fache nach 13 Minuten gesteigert, auf dieser Höhe längere Zeit verweilen, und dann sehr schnell sinken [1]).

Alle solche Austrocknungsversuche zeigen eine vollkommene Uebereinstimmung in dem wesentlichen Gesetz der Veränderung,

[1]) Vgl. des Ausführlichern hierüber in der Schrift von Birkner „das Wasser der Nerven in physiologischer und pathologischer Beziehung" und in meiner oben citirten Abhandlung in den Denkschriften der k. bair. Akademie der Wissenschaften.

welche die Reizbarkeit dabei erfährt; und verhältnissmässig wenig Wasser ist es, welches verloren gegangen sein muss, um jenes Maximum der Reizbarkeit hervorzurufen. Bei dem Froschnerv beträgt der Verlust c. 7—8%.

Dabei hat sich aber der Querschnitt beträchtlich verkleinert, somit die dazu im umgekehrten Verhältniss stehende Dichtigkeit des Stromes vergrössert. Messung und Berechnung vereinigt sich aber dahin, dass die Verminderung des elektrischen Leitungsvermögen der trocknenden Nerven und Verkleinerung des Querschnittes zur Erzeugung der gleichen Stromdichte, wie sie für die Reizung des frischen Nerv gegolten hatte, weitaus nicht die Einschaltung eines so grossen Widerstandes verlangte, als sich in Folge der vermehrten Reizbarkeit nothwendig machte.

Um sich für die extremsten Fälle eine Vorstellung von dem grossen Einfluss zu machen, welchen der Austritt von wenigen Procent Wasser herbeiführt, kann man sich die Sache so vorstellen:

Um die Zuckung, welche durch die Unterbrechung eines galvanischen Stromes hervorgerufen werden soll, auf ihrem Minimalwerth zu erhalten, hat man einen gewissen Widerstand im Schliessungsbogen herzustellen, welcher zu dem in dem Nerv für sich herrschenden hinzukommen muss.

Trocknet nun der Nerv aus, so findet man nachdem alle Reductionen vorgenommen sind, dass man zur Erzielung des gleichen Effektes einen viel grösseren Widerstand einschalten muss, und man kann sagen: in Folge der gesteigerten Reizbarkeit ist die Beweglichkeit der Nervenmoleküle so erhöht, dass um ihre Gleichgewichtslage zu erhalten, ein bestimmter, Widerstand im Schliessungsbogen hinzukommen muss, dessen Grösse der gesteigerten Reizbarkeit die Waage hält. In den extremen Fällen entspricht aber die Steigerung der Reizbarkeit dem Widerstand von 2252427767,2 Meter Normaldraht, welcher dadurch gleichsam aus dem Schliessungsbogen ausgeschaltet, oder welcher eben durch die Erhöhung der Reizbarkeit äquilibrirt ist.

Denkt man sich diese Unterschiede abhängig von einer durch das Austrocknen gewonnenen Zunahme der Beweglichkeit, welche wir in den Nervenmolekülen voraussetzen, so ergiebt sich umgekehrt aus der Rechnung, dass diese Beweglichkeit im extremen Fall um das 23fache zugenommen hat.

Es ist nun sicher, dass es mancherlei pathologische Zustände giebt, in welchen die Nerven wasserärmer werden, wie das unmittelbar aus der Untersuchung z. B. der Choleraleichen

hervorgeht; ebenso lässt sich künstlich bei Thieren eine äusserst copiöse Wasserabsonderung durch die Haut erzielen, hinreichend um den dadurch hervorgerufenen Verlust der Nerven an Wasser mit der Waage nachzuweisen.

In solchen Fällen schwankt die Abnahme des Wassers um 4—5%; und wenn man bedenkt, dass immer da, wo die Abnahme bereits so gross geworden, der Tod und zwar unter sehr gewaltsamen Erscheinungen eingetreten war, so darf man keinen Anstand nehmen zu behaupten, dass die Reizbarkeit schon mit sehr feinen Unterschieden in dem jeweiligen Wassergehalt der Nerven schwanken müsse.

Bisher ist nun der Fall erörtert, in welchem Austrocknung und Reizung an ein und derselben Stelle des Nerv stattgefunden. Für die Zustände, in welchem durch das ganze Nervensystem verbreitet eine Verminderung des Wassergehaltes sich geltend macht, sind die Versuche entscheidend; denn sie zeigen, wie die geringsten Impulse zu den heftigsten Wirkungen führen müssen.

Allein der Wassergehalt der Nerven wird dadurch noch bedeutungsvoller, dass seine Grösse auch von wesentlichem Einfluss auf die physiologische Leitungsgüte ist. Der Innervationsvorgang, welcher an einer ganz normalen Stelle des Nerv eingeleitet ist, gewinnt an Intensität, wenn er sich durch eine solche fortpflanzt, deren Wassergehalt vermindert worden. Es ist dies wichtig in Beziehung auf alle lokalen Ernährungsstörungen der Nerven in ihrer peripherischen Verzweigung.

Die Methode des Experimentirens kann auch hier nun im Allgemeinen angedeutet werden. Das Genauere hierüber findet man an einem anderen Ort.[1]) Sie beruht im Wesentlichen darauf, dass der Schenkelnerv in der Mitte seines Verlaufes durch die Muskulatur des Oberschenkels in einem kleinen elfenbeinernen Gehäuse eingeschlossen wird, und darin in Blut schwimmend, mit den Poldrähten in Berührung kommt; sein unteres Stück, etwa 5 Millimeter lang, bis zum Eintritt des Nerv in die Muskulatur des Unterschenkels ist der freien Luft zum Vertrocknen ausgesetzt.

Der durch die Reizung erzeugte Innervationsvorgang pflanzt sich hiernach im Verlauf der Zeit durch eine mehr und mehr austrocknende Nervenstrecke fort; und es lässt sich untersuchen, in wie weit dadurch die Wirkung des Reizes auf den Muskel erhöht oder vermindert wird, wenn man die Maximal-

---

1) Denkschriften der kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften. II. Abhandl.

werthe der Widerstände im Schliessungsbogen aufsucht, welche eben noch die Auslösung der Muskelkräfte zulassen. Da hier an der gereizten Stelle alle physikalischen, auf die Stromdichte influirenden Factoren unverändert bleiben, so geben die erforderlichen Rheostatenstände unmittelbar die Veränderungen der Leitungsgüte an, wenigstens sind sie in der Wirklichkeit nicht kleiner, sondern notorisch grösser. Es hängt dies mit den inneren Veränderungen zusammen, welche das absterbende, der Reizung unmittelbar ausgesetzte Nervenstück erfährt.

Doch ist es hier unnöthig auf diese Complication des Experimentes näher einzugehen, indem es genügt die grosse Steigerung zu zeigen, welche die Leitungsgüte der austrocknenden Nervenstrecke gewinnt.

Ich stelle in der nachfolgenden kleinen Tabelle drei Versuche zusammen, aus welchen diese Steigerung erkennbar ist. Der Rheostatenstand, welcher vor Beginn der Vertrocknung nöthig war, habe ich für alle diese Fälle = 100 gesetzt. Die Zeit sind Minuten, während welcher die Nerven dem Vertrocknen in der gleich temperirten und gleich wasserreichen Luft ausgesetzt waren.

Zeit in Minuten	Rheostatenwerthe Versuch I.	Versuch II.	Versuch III.
0	100	100	100
2	116,2		
4		150	
5	134,8		500
7	197,6		
9		183,3	1175
11	335		
12	446,5	350	
13	665,1	600	2500
14			2900
15		683,3	
19		883,3	4800
21		1000	
23		1083,3	

Der III. Versuch betrifft den Nerv eines Präparates, welches schon über eine Stunde gelegen hatte, und dessen anfängliche Reizbarkeit deshalb sehr gering war.

Diese Versuche lehren, dass Impulse, welche die Nerven treffen, schliesslich zu viel grösseren Effecten führen, wenn der von ihnen schon angeregte molekuläre Vorgang sich durch Strecken fortpflanzen muss, welche auch ganz lokal einen Theil

ihres Wassers eingebüsst haben. Dies ist aber nur denkbar, wenn der ganze Akt bei der Fortpflanzung der Nerventhätigkeit längs der Nervenbahnen nicht ein einfacher Vorgang, sondern auch innerhalb dieser Bahn eine zusammenhängende Kette von Auslösungen der Nervenkräfte darstellt.

Diese Anschauungsweise wird noch mehr gerechtfertigt durch die Betrachtung von gewissen Ereignissen, welche in der Mehrzahl der Fälle auf dem Stadium eines bestimmten Wasserverlustes an den Präparaten auftreten.

Man findet, dass in der Muskulatur des Unterschenkels am galvanischen Frosch-Präparat in der Regel von freien Stücken Zuckungen und zwar in der Form anfänglich klonischer, später oft vollkommen tetanischer Krämpfe eintreten, wenn der freihängende N. ischiadicus c. 8% Wasser verloren hat. In einzelnen, aber der Minderzahl der Fälle wartet man vergebens auf sie. Nach den vielen Beobachtungen und Versuchen, welche ich darüber angestellt habe, muss ich behaupten, dass sie allerdings abhängen von dem durch die Vertrocknung herbeigeführten Zustand des Nerv, in welchem jedoch noch ein weiterer freilich nur sehr unbedeutender Impuls mitwirken muss, um diese Krämpfe zum Ausbruch zu bringen.

Man kann häufig beobachten, dass sich, wenn man länger, als in der Mehrzahl der Fälle nothwendig war, auf diese Krämpfe hat warten müssen, ihr Eintritt sofort herbeiführen lässt, wenn man den Nerv mit dem denkbar schwächsten Strom momentan reizt. In demselben Augenblick beginnen sie, und dauern mit wachsender Heftigkeit Minuten lange fort; haben sie ausgesetzt, so reicht der schwächste Impuls hin sie wieder hervorzurufen.

Wie hier am Präparat, so kann man auch bei Cholerakranken ähnliche Beobachtungen machen: die Krämpfe dauern auch hier nicht während des ganzen stadium asphicticum unausgesetzt fort — sie kommen stossweise, oft durch äussere Berührung wieder hervorrufbar; sie machen auch hier bald kürzere, bald längere Pausen, wenn selbst die Ursache, welche sie überhaupt erzeugt, continuirlich und stetig sich mehrend vorhanden ist. Als solche Ursache kann gewiss wenigstens unter anderen die Anhäufung des Harnstoffes im Blut betrachtet werden.

Unter noch einfacheren Verhältnissen lässt sich erkennen, dass die sogenannte Nervenleitung ein viel complicirterer Akt ist, als man gewöhnlich annimmt. Bei dem einfachen Reizversuch, in welchem auf das Sorgfältigste jeder Wasserverlust des Nerv vermieden ist, kommt es häufig vor, dass, wenn ein einziges Mal ein nur etwas stärkerer Reiz angewendet worden, unmittelbar darnach ungleich schwächere Impulse zu demselben

Erfolg führen; diese Erfahrungen, welche sich sowohl an den sensiblen als an den motorischen Nerven machen lassen, können nicht anders gedeutet werden als so, dass innerhalb der nervösen Apparate selbst nicht einfache Uebertragungen der Kräfte, sondern fortschreitende Auslösungen derselben die Wirkung der Impulse zu den Endpunkten der Nervenbahn bringen.

Wie bei der Wasserentziehung, so sieht man auch unter dem Einfluss gewisser saurer Dämpfe, welche man in verdünntem Zustand auf den vor Wasserverlust völlig geschützten Nerv wirken lässt, von einem gewissen Punkt an eine plötzliche Steigerung der vorher kleiner gewordenen Reizbarkeit. Als solche Dämpfe müssen die der Salpetersäure und Salzsäure betrachtet werden, und merkwürdig ist, wie lange sich besonders im Dampf der ersteren die Reizbarkeit zu erhalten vermag.

Ich will mit ein Paar Beispielen ein Bild hiervon geben, wobei die bemerkten Rheostatenstände als Index der Reizbarkeit betrachtet werden können.

In dem Raum, in welchem der Nerv vor Verdunstung vollkommen geschützt, war, stand unmittelbar unter dem Nerv ein Uhrschälchen mit der rauchenden Säure.

I. Versuch mit dem Dampf der Salpetersäure.

Zeit der Einwirkung in Minuten.	Index der Reizbarkeit
0	100
1,5	96,7
2	96,7
4,5	88,5
6,5	78,6
8	78,6
10,5	62,2
16—27	52,4
32	31,1
38—43	26,2
44	26,2
46	37,8
50	47,5
51	50,8
58	57,3
61	65,5
66	74,4
72,5	78,6
77,5	86,8
86,5	92
93,5	86,8.

II. Versuch mit Salzsäure.

Zeit der Einwirkung in Minuten.	Index der Reizbarkeit.
0	100
1	95
3	81,8
7	77,5
11	55,1
14	27,5
17	10,3
21	29,3
23,5	34,5
26,5	42,2
29	30
33,5	18
37,5—52	18
57	15,5
64	12
67	0,9

In solcher Form wirken nur die Dämpfe dieser Säuren. Es liegt dabei eine Complication der Wirkung zu Grunde, um derentwillen ich eben diese Versuche hier mitgetheilt habe. Untersucht man nehmlich den Einfluss der flüssigen Säuren in einer solchen Verdünnung, dass die Diffusion der Stoffe auf das Minimum reducirt ist, so erhält man beispielsweise folgende Resultate: der Nerv taucht in Salpetetsäure von 1,002 spez. Gewicht, und wird auf den Platinenden der Poldrähte einmal wie das andere mal aufliegend bei der jedesmaligen Reiznng momentan aus der Säure herausgehoben.

Zeit der Einwirkung in Minuten.	Index der Reizbarkeit.
0	100
5	72,7
10	72,7
15	49
21	13,3
26	0

Man bemerkt also hierbei nichts von dem neuen Anwachsen der Reizbarkeit, welches wir constant bei dem Einfluss der Dämpfe dieser Säure nach einiger Zeit wiederfinden.

Taucht man den Nerv momentan in ganz concentrirte Säure, so gelingt es manchmal, aber nur, wenn man Eintauchen und Reizung in möglichst kurzer Zeit vornimmt und

wobei man immer vom Zufall begünstigt sein muss, dass man eine höchst flüchtige, aber ausserordentlich grosse Steigerung der Reizbarkeit wahrnimmt, welche sofort in gänzliche Reizlosigkeit umschlägt.

Der unmittelbare Einfluss dieser Säuren auf den nackten Nerv ist sonach eine mit dem Concentrationsgrad an Geschwindigkeit wachsende Abnahme der Erregbarkeit. Die unter Umständen wahrzunehmende momentane oder länger anhaltende Steigerung derselben hängt dagegen von Veränderungen ab, welche die ausserwesentlichen Bestandtheile, die an sich reizlosen Gewebselemente treffen.

Hiermit sind wir zu dem Mittelpunkt dieser Untersuchungen gekommen.

Fragen wir: was geschieht mit der Nervenhülle, wenn der Nerv in toto der Vertrocknung oder dem Einfluss jener sauren Dämpfe ausgesetzt wird?

Schon der einfache Augenschein, noch mehr die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass sich die Scheide prall anspannt, steif wird, den Nerv fest und unausbleiblich unter bald grösserer bald kleinerer Druckwirkung umschliesst, so zwar, dass sich bei der Vertrocknung der Durchmesser des Nerv ausserodentlich verkleinert.

Hängen nun die so eben beschriebenen Erscheinungen, welche Wasseraustritt und Contact mit sauren Dämpfen erzeugen, irgendwie mit den Druckwirkungen der Nervenhüllen auf ihren Inhalt zusammen, so müssen ähnliche direkt mechanische Eingriffe zu analogen Resultaten führen.

Es war also die Wirkung des mechanischen Druckes auf die Nerven und die davon abhängige Veränderung der Reizbarkeit zu ermitteln. Das Princip der anderwärts ausführlich beschriebenen Untersuchungsmethode besteht in folgendem. Das ganze Präparat ist auf's Sorgfältigste vor jedem Wasserverlust geschützt. Eine Stelle des Nerv, zwischen der gereizten und der Muskulatur des Unterschenkels gelegen, wird einem messbaren Druck zwischen zwei mit Blut befeuchteten Elfenbeinplättchen ausgesetzt, und kann jeden Augenblick wieder von jedem äusseren Druck vollkommen befreit werden.

Man sucht nun wie gewöhnlich die zum ersten Eintritt der Zuckungen nothwendigen Rheostatenwerthe auf, und darf deren Wechsel ohne Weiteres als Index der veränderten Reizbarkeit betrachten.

Ich will sofort einige Beispiele der im Wesentlichen immer von den gleichen Erfolgen begleiteten Versuche mittheilen.

I.

Druckgewicht in Gramm.	Index der Reizbarkeit.
0	100
6,8	121,3
0	119,1
17	123,5
0	123,4
34	128,5
0	128
68	151,8
0	128
238	153,3
0	142
380	2

Dauer des Versuchs $^1/_2$ Stunde.

II.

Nerv eines Präparates, welches $^3/_4$ Stunden gelegen hatte.

Druckgewicht in Gramm.	Index der Reizbarkeit.
0	100
34	293,4
0	288,8
68	347,8
0	339,3
170	378,6
0	360,6
238	155,7
0	246,5
170	223
0	229,6

Schon aus diesen wenigen Beispielen geht hervor, dass der Druck der Nervenhüllen auf ihren Inhalt verbessernd auf die physiologische Leitungsgüte der Nerven wirkt, und zwar selbst noch bei sehr bedeutenden Druckgraden in sehr erheblicher Weise. Denn was hier von aussen her das Gewicht thut, wenn es auf ein kleines, 3—4 Millimeter langes Nervenstück drückt, dasselbe muss das Schrumpfen oder überhaupt die wachsende Spannung der Scheide auf ihren Inhalt ausüben, wenn sie Wasser verliert, oder den Dämpfen der Salpeter- und Salzsäure ausgesetzt wird. Wie gering aber die Veränderung in der elastischen Rückwirkung der Hülle auf

ihren Inhalt zu sein braucht, um schon Veränderungen in der Reizbarkeit hervorzurufen, sieht man z. B. aus dem I. Versuch, in welchem ein Druck von 7 Gramm den Index der Reizbarkeit schon um 20% erhöhte.

Können wir für die Druckveränderungen der Hüllen bei dem Wasserverlust oder der Einwirkung jener saueren Dämpfe auch nicht leicht ein bestimmtes Maass angeben, so bürgt wenigstens die beträchtliche Querschnittsveränderung des trocknenden Nerv für die Gegenwart eines über 200 Gramm. hinausgehenden Druckes für die Fälle, in welchen schon nahe die höchsten Reizbarkeitsstufen erreicht sind.

Nun erkennt man auch den Unterschied in der Wirkung der Dämpfe und der Anwendung der verdünnten, flüssigen Säuren. Im ersteren Fall wird die der Säure eigentlich zukommende, die Reizbarkeit vernichtende Kraft durch die mit den Veränderungen in der Scheide wachsende Druckwirkung von einem gewissen Zeitpunkt an selbst so weit compensirt, dass die schon sehr im Sinken begriffene Erregbarkeit wieder wächst, ja ihre ursprüngliche Höhe wieder erreichen kann. Aus dem Conflikt dieser Kräfte erklärt sich auch das überraschende Resultat, dass die Nerven in solchen Dämpfen überhaupt so lange ihre Erregbarkeit bewahren.

Bei Anwendung der flüssigen Säure in grösserer Verdünnung kann es nicht zu derartigen Veränderungen in den Nervenhüllen kommen, und je mehr dabei noch Wasseraufnahme mit in's Spiel tritt, desto rascher büssen die Nerven ohne zeitweise Umkehr ihre Reizbarkeit ein.

Ich bin noch nicht berechtigt zu behaupten, dass bei dem Wasserverlust der Nerven der Hüllendruck allein jene merkwürdige Steigerung der Reizbarkeit bedinge; ich habe noch keine direkten Versuche gemacht, noch auch die mittlere Curve für die Folgen anwachsender Druckwirkung festgestellt, um behaupten zu können, dass es nur der Druck und nicht auch der Wasserverlust als solcher ist, welcher die Reizbarkeit so rasch anwachsen lässt, sicher aber spielt jener eine sehr wichtige Rolle dabei, und dies war zu beweisen.

Von diesen festgestellten Thatsachen aus lässt sich sofort die Bedeutsamkeit der Nervenhüllen in physiologischer und pathologischer Beziehung würdigen.

Wenn man irgend welche Glieder eines eben getödteten Thieres in eine Stellung bringt, bei welchen die zu untersuchenden Nerven durchaus nicht in Folge der künstlichen Lagerung ihrer zugehörigen Theile gezerrt sein können, und man schneidet solche Nerven rasch durch, so klafft die Schnitt-

wunde. Bringt man das Schnittende ohne allen Druck unter das Mikroskop, so zeigen sich die Fibrillen wie hervorgequollen; sie stellen im kleinen das Aehrenende einer Garbe dar. Darin liegt offenbar ein Beweis dafür, dass sich die eigentlichen Nervenfasern vor der Durchschneidung unter einem Druck ihrer Hüllen befunden haben, von welchem sie jetzt in der nächsten Nähe der Schnittränder befreit sind.

Es muss also angenommen werden, dass sich die Nervenfasern im lebenden Körper unter einem bestimmten Druck ihrer Hüllen befinden.

Zeigt sich nun durch das Experiment, dass der Grad der Reizbarkeit und der physiologischen Leitungsgüte mit dem Werth des Hüllendruckes schwankt, so kann es nicht anders sein, als dass in den normalen Zuständen der Nerven ein Bruchtheil dieser Functionsfähigkeit von dem dabei herrschenden Hüllendruck abhängt.

Bedenkt man weiter, dass dieser Druck abhängig ist von den den Nervenhüllen inhärenten elastischen Kräften, und dass diese wieder abhängig sind von den die Hüllen durchtränkenden Lösungen und dem Wassergehalt, welchen sie führen, so kann es bei der enormen Complication der Bedingungen, welche an den unterschiedlichen Punkten des Nervensystemes herrschen, nicht anders kommen, als dass, soweit die Folgen des dadurch erzeugten Druckes reichen, die Reizbarkeit an den verschiedenen Stellen des Gesammtnervensystems eine verschiedene sein muss.

Da nun schon innerhalb der Grenzen physiologischer Thätigkeit periodisch oder constant lokal Leistungen verschiedener Intensitätsgrade von den Nerven gefordert werden, so erkennt man in der Möglichkeit durch Veränderung des Hüllendruckes eine Veränderung in der Leitungsgüte der Nerven hervorzurufen, ein wichtiges Auskunftsmittel, ohne Steigerung des Impulses an dem Ort, von welchem der Reiz ausgeht, da oder dort den Effekt des Reizes auf- oder absteigend zu ändern. Es muss dies geschehen, sobald sich jene physikalischen Eigenschaften der Hüllen in Folge der allgemeinen Vorgänge des Stoffwandels und dessen Rückwirkung auf Lösung und Wassergehalt eben dieser Hüllen geändert haben.

Diese Aenderungen können und müssen auch häufig genug in Folge des Ineinandergreifens der Functionen aller Organe des Körpers eintreten, so dass man die davon abhängigen Wirkungen der Hüllen bald zum Besten des Ganzen, bald zu seinem Nachtheil eingreifen sehen wird. In Folge dessen ist es gestattet, die Hüllen für die normalen Verhältnisse als

Regulatoren der Nerventhätigkeit anzusehen, über diese Grenze hinaus aber in ihnen die Quelle der manchfachsten pathologischen Erscheinungen zu erkennen.

Die extremen Wirkungen des Druckes auf die Nerven sind längst bekannt[1]). Sie bestehen in einer Vernichtung ihrer Leistungsfähigkeit. Dem geht kurz voraus eine heftige Erregung, welche sich in Form des Schmerzes oder convulsivischer Zuckung zu erkennen giebt, wie Jeder weiss, der nur einmal den Nerv eines lebenden Thieres mit einer Ligatur umschnürt hat. Die vorausgehenden Stadien des anwachsenden Druckes blieben aber unbekannt; sie sind es, auf welche ich eben die Aufmerksamkeit gelenkt habe.

Auch für die Empfindungsnerven liessen sich viele Beispiele aufführen, welche beweisen, dass in ihnen die gleichen Gesetze herrschen, wie wir sie soeben für die motorischen Nerven nachgewiesen haben.

Ich erwähne hier nur des Experimentes von Weber, welcher gezeigt hat „dass kalte Körper von gleichem Gewichte uns schwerer zu sein scheinen als warme[2]).“ Wir besitzen in unseren Tastorganen einen sehr ausgebildeten und feinen Drucksinn, vermöge dessen wir nach Weber, wenn auch nur mit Mühe, Gewichtsunterschiede im Verhältniss von 29:30 aufzufassen im Stande ist. Haben die drückenden Körper ungleiche Temperatur, so kann es bei gewissen Temperaturunterschieden kommen, dass man Gewichte, welche sich zu einander wie 1:2 verhalten, nicht mehr unterscheiden kann. Mag nun auch immer die Wirkung der Temperatur sich mit ihren Folgen: der Ausdehnung und Zusammenziehung in der nächsten Umgebung der Tastnerven, im Sinne von + oder — mit der Wirkung des Druckes einfach summiren — es ist kaum denkbar, dass dadurch allein jener grosse Unterschied in der Wirkung gleich grosser aber verschieden temperirter Gewichte herbeigeführt würde, wenn nicht nebenbei sich in Folge der durch Wärme und Kälte erzeugten Veränderung im Hüllendruck die Erregbarkeit der Nerven, in diesem Fall also könnte man sagen der Drucksinn selbst, in viel rascherer Progression änderte, als die mechanische Grösse des Gesammtdruckes für sich.

Im Bereich des Muskelsinnes treffen wir ähnliche Erscheinungen. In gewissen Stadien des sogenannten „Einschlafens

---

[1]) Vgl. Weber in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. II. pag. 501 ff.

[2]) l. c. pag. 551.

der Glieder" sind noch genauer und noch weniger zweifelhaft die Bedingungen wiederzufinden, welche wir bei unseren Experimenten hergestellt haben.

Hier wie dort geschieht der Druck auf eine beschränkte Stelle längs des Verlaufes der Nerven. Im Maximum des Druckes sind die Glieder bewegungs- und empfindungslos. Diese Folgen dauern noch über die Zeit des äusseren Druckes hinaus fort. Während nun allmälig die ursprünglichen Verhältnisse wiederkehren, kommen Stadien, in welchen jede Bewegung der Muskeln, die sonst von kaum merkbaren Empfindungen begleitet war, nur unter sehr schmerzhaften oder wenigstens sehr unangenehmen Gefühlen ausgeführt werden kann. Das Muskelgefühl ist in diesem Fall offenbar gesteigert, und erfährt diese Steigerung sicherlich wenigstens zum Theil von den Druckwirkungen, welchen der Nerv an der Stelle ausgesetzt war, welche zwischen seinen durch die Muskelcontraction gereizten Enden und seinen centralen Punkten gelegen ist.

Im Bereich der höheren Sinnesorgane ist es allbekannt, wie in Congestivzuständen durch das Andrängen der Blutmasse gegen die Nerven die Wirkung der äusseren Eindrücke bis zum Unleidlichen gesteigert werden kann.

Die Schmerzhaftigkeit der Theile, unmittelbar nachdem ihre Nerven einem Druck, einer Quetschung u. s. w. ausgesetzt waren, erklärt sich vor dem Eintritt der Entzündung allein schon aus der Veränderung in den elastischen Kräften der Hüllen, wie es auch die oben mitgetheilten Versuche klar gemacht haben, dass innerhalb weiter Grenzen der Druckwirkung die physiologische Leitungsgüte der Nerven auch nach Entfernung der äusseren Belastung gesteigert bleibt, um so mehr, je mehr durch den vorausgegangenen Druck, aber auch hier wieder innerhalb bestimmter Breiten, die Elasticitätsgrenze überschritten war.

Es ist nicht eine Erfahrung, welche nur die Physiologen an den organischen Körpern gemacht haben: auch die Techniker sind bei ihren Versuchen mit metallischen Substanzen zu dem gleichen Resultat gelangt, dass nämlich alle elastischen Gebilde bis zu gewissen Grenzen gedehnt oder gedrückt eine neue Gleichgewichtslage ihrer Cohäsionskräfte gewinnen, zu welcher sie, weiter gedehnt, so lange immer wieder zurückzukehren suchen, bis der Anwachs der äusseren Kräfte eine weitere Höhe erreicht hat, dergestallt, dass dadurch wieder eine neue Gleichgewichtslage hergestellt worden, zu der die Theilchen bei weiterem Hinzufügen dehnender Kräfte zurück-

zukehren streben und so fort, bis die letzteren endlich das Uebergewicht gewinnen und die Cohäsion des Ganzen aufheben: es zerreissen oder zerdrücken.

Demgemäss muss auch ein grosser Theil dessen, was der Physiolog „Nachwirkung in den Nerven" nennt, auf Rechnung jener veränderten und mit Beharrlichkeit festgehaltenen neuen Gleichgewichtslage der elastischen Hüllen gebracht werden, in welche sie durch verschiedene äussere Kräfte versetzt werden können.

Es hat mir auch jetzt nichts mehr so Befremdendes, wenn man oft nach scheinbar kleinen Verletzungen der Nerven ohne allen Nachweis einer direkten Störung in den Centralorganen die Folgen der Entzündung in der Umgebung der verletzten Nervenstelle bis zum Ausbruch des Tetanus anwachsen sieht. Denkt man sich bei der Veränderung des Hüllendruckes die Reizbarkeit, wie experimentell erwiesen, in hohem Grad gesteigert, jene Veränderung zugleich als eine solche, welche nicht momentan, sondern erst nach und nach wieder ausgeglichen werden kann, so bedarf es nur einer wenig verminderten individuellen Resistenz der Centralorgane, um bildlich zu reden, damit kleine äussere, durch die Entzündung gesetzte Erregungsquellen jenes furchtbare Schauspiel des Starrkrampfes hervorrufen.

Es ist begreiflich, dass die pathologische Anatomie, auch wenn sie auf diese physikalischen Verhältnisse aufmerksam gemacht ist, schwerlich je aus dem Befund der Nervenhüllen Erklärungsgründe für die vorausgegangenen Krankheitserscheinungen beibringen könnte, ausser etwa in den extremsten Fällen. Denn es reichen ja schon sehr kleine Differenzen des Druckes hin, um die Leistungsfähigkeit eines Nerv zu ändern: Differenzen, welche sich in der bei Weitem grösseren Mehrzahl der Fälle in dem Zeitraum zwischen Tod und Sektion werden ausgeglichen haben.

Darin liegt aber eine gewisse Gefahr, mancherlei pathologische Erscheinungen vielleicht zu voreilig aus den hier berührten Verhältnissen erklären zu wollen. Um den Schein einer solchen Uebereilung von mir ferne zu halten, vermeide ich es auch weitere pathologische Processe hier zu berühren; um so mehr als dem praktischen Arzt aus seiner Erfahrung und der Literatur hinlänglich viele Beispiele erinnerlich sein können, welche sich als Belege des hier durchgeführten Themas gewiss wenigstens so weit betrachten lassen, als sie bestätigen, dass die Zustände der Nervenhüllen und vor Allem auch der Druck, welchen sie auf ihren Inhalt ausüben, Einen wesent-

lichen Factor für die Entstehung einer grossen Menge pathologischer Processe im Nervensystem bilden könne.

Von ganz anderen als diesen praktischen Gesichtspunkten aus bin ich an die Untersuchung gegangen. Meine Erfahrungen über den Einfluss des Wassergehaltes der Nerven und dessen secundärer Wirkung hat mich aber, was ich hier nicht verschweigen will, zu der Ueberzeugung gebracht, dass eine therapeutische Regulirung eben dieses Wassergehaltes, wenn sie erreichbar wird, zu dem wichtigsten Hülfsmittel in den tausendfältigen Formen der Nervenkrankheiten werden müsse — nur darf man nicht glauben, dies mit dem groben Pumpwerk der Hydropathie bereits schon erreicht zu haben.

Die Drüsen der Gallenblase des Menschen.

Von

Prof. **H. Luschka** in Tübingen.

Die durch eigenthümliche Anordnung der feinsten Schleimhautfältchen der Gallenblase bedingten Grübchen hat man ehedem für eine Drüsenformation erklärt. Die Schleimhaut dieses Organes erhebt sich bekanntlich in allen möglichen Richtungen in zahlreiche Falten, welche, untereinander zusammenfliessend, die Bildung zunächst eines gröberen, höchst unregelmässigen Maschenwerkes begründen. Der freie Rand dieser Falten verlängert sich da und dort zu einer pyramidalen, an Blutgefässen reichen, durchschnittlich nur 0,04 Mm. hohen Zotte. Auf dem Boden eines jeden einzelnen Maschenraumes wiederholt sich diese Anordnung einer jedoch viel niedrigeren Faltenbildung, nicht aber das Vorkommen von Zotten, im Kleinen, und man sieht mit Hilfe der Lupe ein ähnliches aber viel zarteres Netz. Von diesem feineren Netzwerke glaubte unter Anderen E. Huschke[1]), „dass es den Uebergang zu den aggregirten Drüsen darstelle, und einer reichlichen Schleimabsonderung vorstehe."

Im Gegensatze hierzu wurde, nachdem Fr. W. Theile[2]) die Drüsen der Gallengänge entdeckt hatte, die Existenz derselben in der Wandung der Gallenblase von den meisten Beobachtern auf Grundlage specieller Nachforschung in Abrede gestellt. Theile selbst fügt seiner Beschreibung die Bemerkung bei, dass es ihm nicht habe gelingen wollen, Drüsen auch an der Gallenblase darzulegen. C. Wedl[3]), welcher nach Theile die ersten einlässlicheren, die Angaben des Letzteren im Wesentlichen bestätigenden Untersuchungen zur

---

1) Lehre von den Eingeweiden. Leipzig. 1844. S. 145.
2) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. II. Band. S. 351.
3) Sitzungsberichte der k. Akademie. IV. Band. 1850. 2. Abth. S. 480.

Kenntniss gebracht hat, macht schliesslich ebenfalls das Geständniss, dass er in der Gallenblase weder beim Menschen, noch beim Hunde und der Kuh Drüsen habe nachweisen können. Kölliker[1]) zieht nach Untersuchungen, welche er an zwei menschlichen Gallenblasen angestellt hat, den Schluss, dass Drüsen diesem Organe gänzlich fehlen. Dagegen scheint Gerlach[2]) dieselben gefunden zu haben. Indem dieser Autor jedoch sich nur auf die Bemerkung beschränkt „die sogenannten Gallengangsdrüsen seien am spärlichsten in der Gallenblase und im Ductus cysticus vorhanden," so kann die Sache nicht wohl als erledigt betrachtet werden.

Dass die Nachweisung der Drüsen in der Wandung der Gallenblase mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft ist, mag schon daraus abgenommen werden, dass die Angaben sonst zuverlässiger Beobachter nicht übereinstimmen. Es hängt dies ohne Zweifel mit der Kleinheit, mit der unter allen Umständen nur geringen Anzahl, mit der regellosen Zerstreutheit dieser Drüsen zusammen. Ueberdies finden individuelle Differenzen in der Art statt, dass bei manchen Menschen in der That nur einige, 3—4 Drüschen, die natürlich leicht übersehen werden können, in der ganzen Wand der Gallenblase vorhanden sind. Man muss ferner wissen, dass diese Drüsen durch eine auch nur einigermaassen vorgeschrittene Fäulniss zerstört oder unkenntlich gemacht werden. Bei einer typhösen Leiche konnte Wedl in einem Sommermonate auch in den Gallengängeu keine Drüsen auffinden. Bemerken muss ich inzwischen, dass ich schon seit längerer Zeit sehr schöne Exemplare von Drüsen, welche ich einer möglichst frischen menschlichen Gallenblase entnommen habe, in Glycerin aufbewahre, ohne dass sie in der Gestalt und Schärfe der Contur irgend welche Alteration erfahren haben.

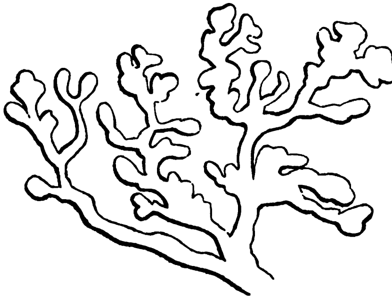
Um sichere Resultate zu erzielen, lässt es sich nicht umgehen, jeweils die Wand der ganzen, möglichst frischen Gallenblase mit Umsicht zu durchmustern. Dies kann man aber nur dann mit Aussicht auf Erfolg thun, wenn die sammt dem submukösen Zellstoffe abgezogene Schleimhaut mit Essigsäure durchscheinend gemacht und auf einer gegen das Licht gehaltenen Glasplatte betrachtet wird. Die Drüsenkörper liegen im submukösen Bindegewebe. Sie erscheinen dem blossen Auge als kleine, meist kaum 1 Millim. breite, platte, rundliche, oder auch wie aus feinen Streifen oder aggregirten

---

[1]) Mikroskopische Anatomie. II. 2. S. 231.
[2]) Handbuch der Gewebelehre. 2 Aufl. S. 345.

Punkten gebildete Klümpchen, welche bald eine weissliche, bald eine bräunliche Farbe besitzen, und durch den Mangel an Pelluciditát von dem sie umgebenden, durch Essigsäure durchscheinend gewordenen Gewebe ziemlich scharf abstechen. Ihre Anzahl wechselt nach meinen bisherigen Erfahrungen zwischen 6 und 15. Die meisten Drüsen habe ich bis jetzt in der Gallenblase eines Negers angetroffen, welchen ich jüngst zu obduciren Gelegenheit hatte. Sie wurden sowohl im unteren, vom Bauchfelle überzogenen als auch im entgegengesetzten Segmente der Gallenblase, sowie im Grunde derselben wahrgenommen.

Ihrem Baue nach geben die Drüsen der Gallenblase im Wesentlichen einen acinösen Charakter zu erkennen. Der reine traubenförmige Typus, wie er durch rundliche, zu Läppchen gruppirte Endbläschen bezeichnet wird, kommt verhältnissmässig selten vor. Am gewöhnlichsten finden sich mehr oder weniger verästigte, mit grösseren und kleineren, höchst ungleichförmigen, länglichrunden Ausbuchtungen besetzte Schläuche, welche in wandelbarer Anzahl zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange zusammenmünden (vgl. die nebenstehende Figur). Der Ausführungsgang ist bisweilen ausgezeichnet lang, mehrfach hin und her gebogen und durchbohrt die Schleimhaut meist in schiefer Richtung. Es giebt sowohl nur sparsam verästigte Schläuche, deren Aeste nur wenige rundliche, theis terminale, theils wandständige Ausbuchtungen besitzen, als auch solche Formen, welche eine überaus reiche Ramification darbieten. Auch bei diesen sind in der Regel weder die Aeste, noch deren kürzere oder längere bläschenartigen Anhänge dicht gelagert; im Gegentheile stehen sie ziemlich weit von einander ab, so dass die ganze Drüse ein eigenthümlich gespreiztes Ansehen gewinnt.



An der Wand der Drüsen lässt sich meist leicht eine structurlose Grundmembran unterscheiden, welche von einer Schichte einer fein längsgestreiften Bindesubstanz umlagert wird, die ihrerseits mitunter in Gestalt einer Art von Kapsel das ganze Organ vom nachbarlichen Gewebe abgrenzt. Im Inneren der meisten dieser Drüsen habe ich bisher nur einen feinkörnigen Detritus sehen können, in welchem sich grössere theils fettige,

theils aus Gallenpigment bestehende Moleküle bemerklich machten. Nur selten gelang es mir bei möglichst frischen Leichen, rundliche, zart granulirte, kernhaltige, in eine Molecularmasse eingelagerte Zellen in den bläschenartigen Anfängen der Drüsenschläuche, nicht aber ein Epithelium im Ausführungsgange zu erkennen.

Einige Mal sind Formen von Gallenblasendrüsen zu meiner Beobachtung gekommen, welche augenscheinlich eine Entartung derselben zu Cysten ausgedrückt haben. Es machten sich nämlich an ihnen stellenweise Erweiterungen bemerklich, die theils einen Gang betroffen haben, theils die blinden bläschenartigen Anfänge desselben in der Art, dass diese gleichsam verwischt und in der Bildung eines grösseren gemeinsamen, da und dort noch ein wenig ausgebuchteten Raumes untergegangen erschienen. In der Wandung der Gallenblase eines älteren Mannes habe ich 5 in das submuköse Bindegewebe eingelagerte Cysten gefunden, deren Grösse zwischen dem Umfange eines Hanfsamenkornes und einer Erbse wechselte. Die Cysten traten kaum merklich über das Niveau der Blasenwandung hervor, waren auffallend abgeplattet, beim Halten gegen das Licht durchscheinend, grüngelb, von dem umgebenden Gewebe scharf abgegrenzt. Sie enthielten eine schleimartige, an Gallenpigment-Molekülen reiche, an rundlichen Zellen und freien Zellenkernen arme Flüssigkeit, und zeigten aus einem von vielen Blutgefässen durchzogenen Fasergerüste bestehende Wände, von deren innerer Oberfläche sich da und dort eine structurlose Lamelle, jedoch kein Epithel abstreifen liess. Von Drüsen habe ich an dieser Gallenblase, ungeachtet der sorgfältigsten Prüfung, und obschon das Präparat ganz frisch zu meiner Untersuchung gelangte, keine Spur auffinden können. Ich zweifle daher nicht daran, dass die wenigen überhaupt vorhanden gewesenen Drüsen, etwa in Folge einer Verstopfung ihres Ausführungsganges, in der Bildung jener Cysten untergegangen sind.

Beobachtungen aus der Dr. v. Pfeufer'schen Klinik. Wintersemester 18$\frac{56}{57}$. Pneumonie.

Mitgetheilt vom

Assistenzarzte **Dr. Metzger.**

Angeregt durch die Beobachtungen, welche in der Neuzeit wieder über die Bedeutung der Krisen in akuten Krankheiten gemacht wurden, habe ich es unternommen, eine übersichtliche Darstellung des Verlaufes einer Reihe von Pneumonien mit Berücksichtigung der Krisenlehre, der Harnstoffausscheidung und Temperaturverhältnisse zu veröffentlichen.

Ich beginne mit einem kurzen statistischen Ueberblick der vom 1. October 1856 bis lezten August 1857 beobachteten Pneumonien.

Von den 48 hierher gehörigen Fällen treffen auf den

October 1856	2
November	2
December	2
Januar 1857	8
Februar	5
März	7
April	5
Mai	6
Juni	5
Juli	4
August	2

Davon gehören 28 Individuen dem männlichen, 20 dem weiblichen Geschlechte an. Dem Alter nach vertheilen sich die Zahlen folgendermaassen:

Zwischen 10 und 20 Jahren erkrankten 4
20 „ 30 „ 18

zwischen	30	und	40	Jahren	13
	40	„	50	„	4
	50	„	60	„	4
	60	„	70	„	5

Die grösste Anzahl von Erkrankungen trifft somit auch bei uns auf die Zwanziger und Dreissiger Jahre.

Was die Mortalität anbelangt, so ergiebt sich, dass von den 40 Patienten 8 gestorben sind, ein Resultat, das auf den ersten Anblick nicht günstig erscheint, seine Erklärung jedoch im Nachfolgenden findet.

Es befinden sich nämlich unter den Gestorbenen drei Gewohnheitstrinker, von denen der eine mit einem Pseudoplasma im Gehirn behaftet war, und im Verlaufe der Pneumonie maniakalisch wurde, der andere bereits das vollkommenste Delirium tremens mit in das Krankenhaus brachte, der dritte eine eitrige Meningitis bekam.

Ferner gehören hierher zwei Patienten mit doppelseitiger Pneumonie, die im Stadium der grauen Hepatisation überbracht wurden. Keiner war vor der Aufnahme in die Anstalt in Behandlung. Der eine starb 4, der andere 14 Stunden nach der Aufnahme. Endlich kommen in Rechnung zwei decrepide Frauen, die eine mit rechtseitiger, die andere mit doppelseitiger Pneumonie und ein 19jähriges Mädchen, welches von Ostitis der Lendenwirbel aus eine pyaemische Pneumonie acquirirte. Die Beziehung der Mortalität zur Behandlung wird in einem späteren Abschnitt berücksichtigt werden. So viel ist indessen aus dem bisher Erwähnten leicht zu ersehen, dass auch hier einfache Angabe der numerischen Verhältnisse bei der Mortalität als Resultat der Behandlung keine genügende Einsicht gewährt.

Die Hälfte der beobachteten Fälle, nämlich 24, beschränkten sich auf die rechte Lunge. Unter diesen wurden 21 geheilt, die übrigen drei erlagen.

Von den 15 linkseitigen Pneumonieen wurden 13 geheilt und zwei, die mit Empyem complicirt waren, gebessert entlassen.

Unter den 9 doppelseitigen wurden 4 geheilt, 5 starben. Fünf Patienten hatten bereits früher eine Lungenentzündung durchgemacht.

Auf das Winter-Semester d. h. vom 1. October 1856 bis 1. April 1857 treffen 26 der beobachteten Fälle, wovon 3 letal ausgingen, die übrigen geheilt wurden.

An diese kurze Statistik soll sich die Beschreibung des Verlaufes nach den am Krankenbette gemachten Beobachtungen

anschliessen, und zwar zunächst die Betrachtung des örtlichen Processes mit den dadurch bedingten physikalischen Erscheinungen der Auscultation und Percussion.

Niemand wird noch heute zu Tage verkennen, dass uns Laennec, Auenbrugger und ihre geistreichen Nachfolger eine ganze Reihe wichtiger diagnostischer Hülfsmittel geboten haben, die uns namentlich bei der Pneumonie sehr zu Statten kommen, indem sie uns über den Fortschritt der Exsudation und den Gang der Resorption genau unterrichten.

Es kommen indess Fälle vor, wo uns die Auscultation und Percussion innerhalb der ersten 24—36 Stunden gar keine oder so undeutliche Anhaltspunkte bieten, dass wir uns begnügen müssen, unser therapeutisches Verfahren nach dem gesammten Krankheitsbild zu reguliren.

Ein derartiger Fall wurde im Laufe des vorigen Januars beobachtet, und verdient theils wegen des späten Eintrittes der physikalischen Erscheinungen, theils wegen des eigenthümlichen Krankheitsbildes Erwähnung.

Georg Wohlmuth, 32jähriger Dienstknecht von kräftigem Körperbau, erlitt drei Wochen vor seinem Eintritt in die Anstalt einen Stoss auf die rechte Seite der Brust, der indess keine weitere Folge zu haben schien. Am 6. Januar wurde er von Fiebererscheinungen und Beklemmung befallen, und am 10. betrat er in folgendem Zustande das Krankenhaus: Das Gesicht war etwas collabirt, von leicht gelblicher Färbung mit umschriebener Wangenröthe, die Zunge von jener eigenthümlichen Beschaffenheit, wie wir sie gewöhnlich bei unsern Typhösen finden, der Puls frequent, klein, schwach, unregelmässig, wie er bei grossem Exsudat im Pericardium vorkommt. Die Respiration war frequent, bei tiefen Inspirationen entstand ein kurzer Husten mit Expectoration schaumiger Sputa ohne Blutspuren. Die physikalische Untersuchung der Brust ergab durchaus keine Zeichen einer Lungen- oder Herzkrankheit. Patient klagte nur über grosse Schwäche und Gefühl von Schwere auf der Brust.

Man gab dem Kranken zweistündlich 15 Tropfen Liquor Ammonii anis. Die Zeichen des Collapsus traten am folgenden Tage noch mehr hervor, der Puls erreichte die enorme Frequenz von 140 Schlägen, in den Sputis zeigten sich nun die ersten Blutspuren. Erst am 4. Tage der Krankheit traten deutliche physikalische Veränderungen auf, nämlich Dämpfung unter der rechten Clavicula mit vermindertem Respirationsgeräusch, und in der Fossa supraspinata dextra schwaches Bronchialathmen, das sich im Laufe der folgenden drei Tage verstärkte. Der

Puls wurde regelmässig langsamer, die Dyspnoe verschwand, so dass man alsbald zur indifferenten Behandlung übergehen konnte. Am 12. Tage ging bereits das Bronchialathmen in Knisterrasseln über, während der Puls auf 54 Schläge herabsank, die Körperkräfte unter leichter nahrhafter Kost sichtlich zunahmen und die Zeichen des Collapsus verschwanden. Am 17. Tage waren alle subjectiven und objectiven Krankheitssymptome verschwunden und Patient konnte geheilt entlassen werden.

Vergleicht man dieses Bild mit dem in den Lehrbüchern gewöhnlich aufgestellten, so wird man eine auffallende Verschiedenheit finden.

Die Regel bei unsern Pneumonien war, dass man bei der ersten Untersuchung an irgend einer Stelle der Brust leertympanitischen Percussionston und schwaches Respirationsgeräusch oder sehr feines crepitirendes Rasseln fand, wenn die Kranken innerhalb der ersten 2—3 Tage zugingen, was freilich nur zehnmal der Fall war. In den übrigen Fällen fand sich bereits ganz leerer Percussionston im Umfang eines ganzen Lungenlappen, verstärkte Stimmvibration, Bronchophonie, Bronchialathmen mit consonirenden Rasselgeräuschen in verschiedenem Umfange.

Bemerkenswerth ist die häufige Beobachtung, dass an ein und derselben Stelle Bronchialathmen und crepitirendes Rasseln vorkommt, ein Umstand, der unsern bisherigen Ansichten über die physikalischen Erscheinungen bei der Exsudation im Lungenparenchym (conf. Zehetmayer's Definition vom Bronchialathmen und Knisterrasseln) zu widersprechen scheint, wenn wir nicht zu der Annahme unsre Zuflucht nehmen, dass diese beiden Phänomene in verschiedenen, wahrscheinlich oberflächlicher und tiefer gelegenen Schichten des Lungenparenchyms entstehen. Dieser Schluss führt uns nothwendig zu dem weiteren, dass die Exsudation eine dem Grade und der Ausdehnung nach ungleichartige ist, d. h. dass an einer Stelle bereits sämmtliche Luftzellen mit plastischem Exsudat gefüllt, und dicht darüber oder daneben noch im Zustande der entzündlichen Anschoppung sind. Fährt man unter solchen Umständen mit genauer und täglich öfter wiederholter Untersuchung fort, so nimmt man wahr, dass sehr bald jene Stelle, wo früher Knistern war, vollkommen luftleer wird, während die benachbarte, wo früher Bronchialathmen war, Luft einströmen lässt. Während also an einer Stelle die Exsudation zunimmt, kann dicht daneben die Resorption beginnen. Exsudation und Resorption wären demnach bei weitem nicht so streng geschieden,

wie man gewöhnlich anzunehmen pflegt, und wenn man von einem Stadium der entzündlichen Anschoppung, der rothen und grauen Hepatisation und der Resorption spricht, so ist die Sache keineswegs so zu nehmen, als ob von diesen Stadien jedes das andere ausschliesse. Die physikalischen Zeichen der vollkommenen Luftleere eines Lungentheiles können so rasch eintreten, dass die Zeichen der entzündlichen Anschoppung nur ganz vorübergehend wahrgenommen werden, ja mitunter sogar ganz zu fehlen scheinen.

Mit den Zeichen weit vorgeschrittener Exsudation gingen 21 Fälle zu, von denen drei starben. Acht Fälle charakterisirten sich durch einen sehr geringen Grad und Umfang der Exsudation, so dass es nur mit Mühe gelang, den Sitz der Entzündung auf dem Wege der Auscultation und Percussion zu eruiren. Vorübergehendes Knisterrasseln und leertympanitischer Percussionston an einer circumscripten Stelle waren die einzigen physikalischen Erscheinungen, und das gesammte Krankheitsbild entfernte sich mehr oder weniger von dem Typus der gemeinen Pneumonie. Es ist zu vermuthen, dass dies ganz umschriebene Entzündungen in der Tiefe des Parenchyms sind (Pneumonia circumscripta centralis).

Der Fortschritt der Exsudation ist ein sehr verschiedener. Bald finden wir schon am zweiten Krankheitstage ausgebreitetes Bronchialathmen, bald ist zu demselben Effect die doppelte Zeit nothwendig. Nicht selten macht man die Erfahrung, dass plötzlich eine Pause in der Exsudation eintritt, und in kurzer Zeit, wenn man den Process bereits für beendet hält, ohne Einwirkung einer Schädlichkeit ein neuer Nachschub erfolgt. Dieser Umstand ist deshalb praktisch wichtig, weil die Umgebung des Patienten in solchen Fällen nur zu gern einem geringfügigen scheinbaren Diätfehler die vermeintliche Recidive zuschreibt, und der Arzt gläubig einstimmt, während doch der ganze Vorgang im Wesen der Krankheit selbst begründet ist.

Die Dauer der Exsudation und der Anfang der Resorption hängt so innig zusammen mit der Dauer und dem Nachlass des Fiebers, dass die Beobachtungsresultate, welche für letzteres in einem späteren Abschnitt angegeben werden, auch für die Exsudation maassgebend sind.

Die Resorption geht mitunter sehr rasch, in vielen Fällen aber auch sehr langsam von Statten, und letzterer Umstand ist es hauptsächlich, der dann die ganze Krankheitsdauer und damit auch die Zahl der Aufenthaltstage im Krankenhause ungewöhnlich vergrössert. Die längste Krankheitsdauer trifft

aus diesem Grunde auf ein 28jähriges Dienstmädchen mit rechtseitiger Pneumonie und beläuft sich auf 37 Tage; die geringste Krankheitsdauer, bedingt durch unbedeutende Exsudation und rasche Resorption, trifft auf einen 30jährigen Mann mit linkseitiger centraler Pneumonie und beläuft sich auf 8 Tage. Gewöhnlich waren 14 Tage bis 3 Wochen zur vollkommenen Resorption nöthig.

Meistens localisirte sich die Entzündung in einem Unterlappen, in 10 Fällen im Oberlappen einer Lunge. Einmal wurde die sogenannte gekreuzte Pneumonie beobachtet und an einem andern Individuum die bei Pyämie so gewöhnliche Form, die sich zwar durch den Verlauf und Befund wesentlich von der genuinen Pneumonie unterscheidet, aber natürlich ganz dieselben physikalischen Erscheinungen darbietet.

Es liegt nun am nächsten nach Betrachtung des örtlichen Processes, die durch denselben bedingten Functionsstörungen in's Auge zu fassen.

Wenn wir einen klinischen Fall von ächter Pneumonie (Pneumonia vera — conf. Stoll's Aphorismen „de cognoscendis et curandis febribus“ p. 40. Vindob. 1786.) vor uns haben, so fällt uns vor Allem die Dyspnoe auf, die sich in dem ängstlichen Gesichtsausdrucke, der cyanotischen Färbung der prominirenden Gesichtstheile, der Frequenz der Respiration kund giebt. Die Dyspnoe wird von den meisten Patienten, die zu uns in das Krankenhaus kommen, nicht als wirkliche Athemnoth, sondern als Gefühl von Völle, von drückender Last auf der Brust beschrieben, was Stoll sehr bezeichnend mit „Sensus oppressionis ad thoracem assiduus“ ausdrückt.

Man beobachtet eine Menge Abstufungen der Dyspnoe, und der höchste Grad derselben, die Orthopnoe, wo die Kranken mit geöffnetem Mund im Bett aufrecht sitzen, sich mit den Armen feststemmend die lebhaft arbeitende Brust- und Halsmuskulatur unterstützen, ist so selten, dass sie kaum als charakteristisch für die Pneumonie aufgestellt werden kann. — Die Dyspnoe steht in der Regel in geradem Verhältniss zur Rapidität, aber nicht zum Umfang der Exsudation. Denn man findet, dass eine langsam fortschreitende Hepatisation, wenn sie auch einen grossen Theil der Lunge einnimmt, viel weniger Athemnoth verursacht, als eine Exsudation von geringem Umfang, wenn sie rasch erfolgt. Hat die Exsudation ihren Höhepunkt erreicht, ohne das Leben zu gefährden, so schwindet gewöhnlich die Dyspnoe. Ja es kommen Fälle vor, dass Kranke mit umfänglicher Hepatisation wegen Mangel aller Athembeschwerden sich für gesund halten und die Entlassung

aus der ärztlichen Pflege wünschen. Hier fällt wieder der Werth der physikalischen Diagnose in's Auge.

Die Frequenz der Respiration kann auf 50—60 Athemzüge per Minute steigen. Jene Fälle, wo die Frequenz am 7. Tage noch 40 und darüber betrug, gingen mit Ausnahme eines einzigen lethal aus. Innerhalb dieses Zeitraumes kann sie zwischen 28 und 50 ohne schlimme prognostische Bedeutung variiren. Die Regel ist, dass sich spätestens vom 8. Tage an die Zahl der Athemzüge bis auf das Normalmaass 18—24 allmälig reducirt.

Eine ganz untergeordnete Rolle in prognostischer und diagnostischer Beziehung spielt der locale Schmerz bei der Pneumonie. Denn 1) ist die Reizbarkeit der Individuen eine so verschiedene, dass man weit fehlen würde, wenn man den Grad und die Ausdehnung der Entzündung nach dem angegebenen Grad des Schmerzes beurtheilen wollte. 2) wird häufig der Schmerz an einer von dem eigentlichen Heerd der Entzündung ziemlich entfernten Stelle der Brust angegeben, was sich aus dem Gesetze der Irradiation erklärt und der Diagnose wenig zu Statten kommt. 3) richtet sich der Grad und die Ausdehnung des Schmerzes nicht nach dem Grade und der Ausdehnung der Entzündung, sondern nach der grösseren oder geringeren Theilnahme der Pleura. Denn wir sehen unsägliche Entzündungen, wenn sie im Centrum der Lunge verlaufen, ohne Schmerzen auftreten, während geringfügige oberflächliche Entzündungen, welche die Pleura mit ergreifen, von den empfindlichsten Schmerzen begleitet sind.

Eine grössere Bedeutung fällt dem Husten zu, da von ihm die Lebhaftigkeit der Expectoration abhängt. Aeusserst quälend ist in vielen Fällen der Husten in den ersten Tagen der Krankheit, und wir würden ihn gar oft gern entfernen, wenn wir dadurch den Kranken erleichtern könnten, ohne ihm zu schaden. Charakteristisch ist der feuchte, in kurzen, rasch auf einander folgenden Stössen auftretende, mit häufig vergeblichen Expectorations-Versuchen verbundene pneumonische Husten (von Stoll mit Respiratio tussiculosa bezeichnet), der namentlich durch jeden tiefen Inspirationsversuch hervorgerufen und gesteigert wird. Man sieht es dem Kranken an, dass er sich ängstlich bemüht, ihn zu unterdrücken, weil die darauf folgende tiefere Inspiration ihm Schmerzen macht. So unangenehm für den Kranken, so erwünscht ist er dem Arzt im Lösungsstadium, wenn das Bronchialsecret reichlicher fliesst und die beliebten Sputa cocta die nahende Reconvalescenz verkünden.

Der Husten ist ein ziemlich constantes Symptom der Pneumonie, das nur ausnahmsweise fehlt, und, wenn es bei umfänglicher Entzündung fehlt, eine üble Prognose giebt. Dagegen dürfte uns Mangel des Hustens nie verleiten, an der Anwesenheit einer Pneumonie zu zweifeln, wenn die Mehrzahl der übrigen Symptome dafür spricht. Der bereits oben berührte Fall von pyämischer Pneumonie zeichnete sich durch äusserst geringen Husten und gänzlichen Mangel der Expectoration aus.

Nächst dem Husten verdienen die pneumonischen Sputa deshalb eine besondere Erwähnung, weil sie durch ihre eigenthümliche Beschaffenheit ein pathognomonisches Zeichen der Pneumonie abgeben, und uns zugleich über das Stadium derselben aufklären. Farbe, Consistenz und Quantität kommen dabei in Betracht. Glasartige durchsichtige oder mit zähem Schleim vermischte schaumige Sputa, die mit blassgelben Plaques und Streifen durchzogen sind, lassen uns, auch wenn Examen und physikalische Untersuchung noch keine Anhaltspunkte geboten haben, mit ziemlicher Sicherheit auf eine frische Pneumonie schliessen. Die grössere oder geringere innige Beimischung hellrothen Blutes in feiner Vertheilung verleiht ihnen jene Rost- oder Safranfarbe, die ihnen den Namen Sputa crocea verschafften.

Doch ist nicht zu übersehen, dass auch eine geringe Beimischung von Sulfur aurat. dem blutfreien Auswurf mitunter ein täuschend ähnliches Ansehen giebt. Die mikroskopische Untersuchung giebt uns hier ganz entscheidenden Aufschluss. Denn auch die geringsten makroskopisch kaum erkennbaren Blutspuren zeigen unter dem Mikroskop das ganze Gesichtsfeld voll Blutzellen, vermischt mit abgestossenen Epithelzellen und Epithelkernen und cytoiden Körpern, die alle von der Bronchialschleimhaut herstammen. Alle diese morphologischen Elemente sind durch ein homogenes zähes, fadenziehendes Bindemittel, ebenfalls ein Product der Bronchialschleimhaut, innig mit einander verbunden.

Die Quantität des beigemischten Blutes ist ziemlich gleichgültig, und gestattet uns nur einen beiläufigen Schluss auf den grösseren oder geringeren Congestivzustand der Bronchialschleimhaut, aus deren zerrissenen Capillargefässen es herstammt.

In den wenigen Fällen, die innerhalb der ersten 48 Stunden nach dem Beginn der Erkrankung zur Beobachtung kamen, sahen wir die blutige Tingirung der Sputa zweimal erst am 3., viermal am 4. und einmal erst am 5. Tage auftreten, ein Umstand, der uns darauf aufmerksam macht, dass wir uns

durch das Fehlen dieses Symptoms in der Diagnose nicht beirren lassen dürfen. Ein einziges Mal wurden im ganzen Verlauf gar keine Sputa beobachtet, und in einem anderen Falle trat mit der plötzlichen Unterbrechung der Expectoration, die auch durch zweckmässige Mittel nicht mehr angeregt werden konnte, der Tod ein. Die Regel war, dass die Patienten gleich bei ihrem Eintritt die Sputa cruenta hatten und bis über den 7. Tag, ja selbst bis zum 12. Tage behielten, auch wenn die Krankheit sich durch deutliche Krise entschieden hatte.

Der Uebergang in jene puriformen, blutfreien Sputa cocta ist demnach an keine bestimmte Zeit, am allerwenigsten an die kritischen Tage gebunden, und erfolgte mitunter sogar ziemlich spät, nur in einem Falle bereits am 4. Tage der Krankheit.

Die Ansicht, dass mit den Sputis ein Theil des Exsudates entleert werde, ist als aufgegeben zu betrachten. Ich kann ihr Erscheinen auch deshalb nicht als ein kritisches Phänomen gelten lassen, weil sich durchgängig vorher die Krankheit durch Harnsediment, Schweiss oder Herpes labialis entschieden hatte. Gleichwohl geben uns reichliche Sputa cocta, wie die guten Beobachter der älteren Schulen mit Recht bemerken, eine günstige Prognose (Stoll, Aphorism. 144. Sanatur pneumonia sputo cito, libero, copioso, flavo, satis crasso). Sie können bekanntlich auch fehlen.

Wenn ich mich jetzt nach der Betrachtung der Symptome des erkrankten Organes zur Untersuchung der Harn- und Schweiss-Secretion und des Fiebers wende, so betrete ich hiermit ein Gebiet, welches bereits der Krisenlehre angehört. Es dürfte daher nicht unpassend sein, vorher einen kurzen Blick auf die älteren Beobachtungen in diesem Gebiete zu werfen.

De Haen führt in seiner Ratio medendi (Paris 1761) in einem Kapitel „de diebus criticis et crisibus variis“ eine ansehnliche Reihe von kritischen Tagen an, deren jeder eine gewisse Anzahl guter und schlimmer Zeichen mit sich brachte. Die vorwiegende Zahl der ersteren trifft aber auf den 6. und 7. Tag. Er nennt mit Verehrung den Hippocrates als den Vater der Krisenlehre, und bekennt sich als einen treuen Anhänger derselben auf Grund eigener Beobachtung. Ein anderer höchst gewichtiger Repräsentant der Krisenlehre ist Maximilian Stoll. Er spricht sich darüber in seinen Aphorismen folgendermaassen aus: Sanatur (sc. Pneumonia) crisi die 7., 9., 11., 14. Merkwürdiger Weise sind diese Resultate gewiss naturgetreuer Beobachtung allmälig beinahe in Vergessenheit gerathen, und in dem Maasse als der Forschungsgeist sich mit dem Auftauchen der pathologischen Anatomie und physikalischen Dia-

gnostik auf den örtlichen Vorgang richtete und wohlverdiente Triumphe feierte, sank die Fieber- und mit ihr die Krisenlehre in ein unverdientes Dunkel. Traube gebührt das Verdienst, nach einer langen Reihe von Jahren zuerst wieder die wissenschaftliche Forschung auf jene beachtenswerthen Punkte hingewiesen zu haben, welche schon in den ältesten Zeiten eine wichtige Rolle für den praktischen Arzt spielten. Seine Beobachtungen bestätigen nicht blos zum grössten Theil jene Angaben, sondern er vermehrte noch die Zahl der kritischen Zeichen durch genaue Temperaturmessungen, deren Resultate sich hauptsächlich auf den 3., 5., 7., 9. und 11. Tag beziehen. Wunderlich giebt uns in seiner ausführlichen Abhandlung über Pneumonie ebenfalls Aufschluss über die Temperaturverhältnisse, wenn auch etwas abweichend von denen Traube's, und fügt dazu noch die Resultate der Harnanalysen. Eine Reihe von Untersuchungen über die Quantität des Harns, das Verhalten des Harnstoffs und der Chloride, sowie über die kritische Bedeutung des Sediments in der Pneumonie führte uns zu folgendem auf der beigefügten Tabelle basirten Resultat.

Die 24stündige Menge des Harns blieb im ganzen Verlauf jederzeit etwas unter dem beiläufigen Normalmaass und schwankte an jedem Krankheitstage bei verschiedenen Individuen, die in gleicher Kost standen, auffallend, was jedenfalls in Zusammenhang mit dem reichlicheren oder sparsameren Wasserverbrauch steht. Mit dem Beginn der Resorption trat durchgängig eine Vermehrung der 24stündigen Harnmenge ein, während die geringste Menge zur Zeit der heftigsten Fieberbewegungen beobachtet wurde. Die 24stündige Menge schwankte vor dem Eintritt der Reconvalescenz zwischen 300 und 1700 Cc. Die Grösse des specifischen Gewichts stand wie beim gesunden Menschen in umgekehrtem Verhältniss zur Grösse der 24stündigen Harnmenge. Das Maximum betrug 1,027, das Minimum 1,009. Die feurig rothe Färbung, wie sie dem Fieberharn eigenthümlich ist, war in allen Fällen, die mit entzündlichem Fieber verliefen, constant. Die Reaction war stets entschieden sauer. Eiweissgehalt wurde in keinem der 48 Fälle beobachtet. Das Maximum der Harnstoffausscheidung fiel (nach 44 Analysen bei 9 Individuen)

4 mal auf den 6. Krankheitstag
1 „ „ „ 5., 10. und 12.
1 „ „ „ 9.
1 „ „ „ 8.
1 „ „ „ 13.
1 „ „ „ 17.

Die Harnstoffausscheidung zeigte sich während des ganzen Krankheitsverlaufes immer vermehrt. Die grösste Ziffer wurde bei einem 25jährigen kräftigen Manne bei Diät mit 68,4 Grm. erreicht, und fiel auf den 6. Tag. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob der 6. Tag wirklich eine entscheidende Rolle in der Harnstoffausscheidung bei Pneumonien spielt. Nachdem das Maximum erreicht ist, geht gewöhnlich unter wiederholten Oscillationen die 24stündige Menge auf das Normalmaass und selbst unter dasselbe herab. Man darf annehmen, dass erst nach Ablauf von durchschnittlich 14 Krankheitstagen die Regulirung der Harnstoffausscheidung erfolgt.

Die 24stündige Menge der Chloride war durchgängig während der Dauer der Exsudation bedeutend vermindert, und wurde durch die kritischen Erscheinungen nicht im geringsten alterirt. Vom 10. Krankheitstage an trat allmälige Zunahme der Chloride ein, erhob sich aber nur einmal, nämlich bei einem 21jährigen kräftigen Manne am 15. Krankheitstage bis auf 9,92 Grm.

Bei der Verminderung der Chloride kommt natürlich der Umstand in Betracht, dass die Patienten wenig kochsalzhaltige Nahrungsmittel bekamen; andererseits kann diese Erscheinung auch auf Rechnung der Exsudation gebracht werden, mit der sie parallel geht.

Wenn ich nun auf die Bedeutung der Harnsedimente komme und mich dabei auf zwei berühmte Praktiker der alten Schule, Boerhave und Stoll, berufe[1]), so soll keineswegs damit jene penible Genauigkeit in Schutz genommen sein, mit der man früher die Farbennuancen, die Menge und sonstigen Eigenschaften des Sediments beurtheilte, um daraus wichtige Anhaltspunkte für die Prognose zu gewinnen. Diese optischen Differenzen haben für uns keinen Werth mehr, seitdem die chemische und mikroskopische Untersuchung uns über die Beschaffenheit des Sediments aufzuklären vermag, wohl aber hat das Sediment unzweifelhaft seine Bedeutung als kritisches Zeichen bis auf unsere Tage behalten. Unter 48 Fällen wurde 20 mal Sedimentbildung beobachtet, und zwar

1 mal am 3., 6. und 8. Tag der Krankheit
1 „ nur am 3. Tage
1 „ am 4. Tage
1 „ „ 5. „
3 „ „ 6. „

---

[1]) Boerhave, Institutiones medicae. Norimb. 1740. „De urina ut signo.“ — Stoll, Aphorism, Vindob. 1786. p. 43.

1 mal am 7. und 10. Tag der Krankheit
2 „ nur am 7.
2 „ am 8.
2 „ „ 9.
2 „ „ 12.
4 „ „ 13. Tage der Krankheit.

Der Häufigkeit der Sedimentbildung nach reihen sich also die Krankheitstage wie folgt: 6, 13, 7, 8, 9, 12.

Unter diesen 20 Fällen gingen nur zwei letal aus; bei den übrigen trat entweder unmittelbar vor- oder nachher eine rasche glückliche Wendung im Krankheitsverlauf ein. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass dieses kritische Phänomen fast nie isolirt auftrat, sondern ganz gewöhnlich von Schweiss oder Herpes-Eruption begleitet war. Die mikroskopische Untersuchung ergab jedes Mal als vorwiegenden Bestandtheil harnsaures Natron, ausserdem eine geringe Menge von Harnsäurekrystallen.

Fast ebenso häufig wie die Sedimentirung wurden Schweisse beobachtet, und zwar unter 23 Fällen 3 mal von Miliarien-Eruption begleitet mit günstigem Ausgang. Von den übrigen zwanzig starben zwei.

Der Häufigkeit nach vertheilen sie sich auf die einzelnen Krankheitstage folgendermaassen:

1 mal am 3. Tag
1 „ „ 3., 5. und 6.
1 „ „ 4. und 6.
2 „ „ 6.
2 „ „ 6. und 7.
1 „ „ 6., 7. und 8.
3 „ „ 7.
4 „ „ 8.
1 „ „ 8. und 9.
2 „ „ 9.
2 „ „ 10.
1 „ „ 10. und 11.
1 „ „ 12.
1 „ „ 12. und 13.

Der 6. Tag nimmt somit auch hinsichtlich der kritischen Schweisse den ersten Platz ein.

In einigen Fällen beobachtete man, dass mit der Eruption eines Bläschenausschlages an den Mundwinkeln, Lippen oder Nasenflügeln eine plötzliche Remission aller Erscheinungen eintrat. Man legt daher mit Recht diesem Herpes labialis oder nasalis kritische Bedeutung bei. Indess kommt es vor,

dass in 24—48 Stunden darauf eine neue Exacerbation des Fiebers und damit ein neuer Fortschritt der Exsudation eintritt. Der Verlauf ist dessenungeachtet ein günstiger, wenn nicht schlimme Complicationen dazwischen treten.

Der Herpes zeigte sich in unsern 48 Fällen 11 mal, und zwar (Dies index der Alten)

5	mal	am	4.	Tage.
3	„	„	7.	„
1	„	„	8.	„
1	„	„	12.	„
1	„	„	3.	„

In dem letzten Falle erfolgte nach einer kurzen unvollkommenen Remission eine bedeutende Exacerbation des Fiebers, ohne dass jedoch die Exsudation bedeutende Fortschritte machte. Erst nach der zweiten Eruption, die am 6. erfolgte, trat eine vollkommene und dauernde Remission ein. Dieser Fall betraf eine 34jährige Dienstmagd, die schon 14 Tage vor ihrem Eintritt in die Anstalt leichte Brusterscheinungen hatte und deshalb eine Venaesection von acht Unzen bekam. Am Tage der Aufnahme wurde sie von Fieberfrost, Beklemmung und empfindlichen Schmerzen in der rechten Thoraxhälfte befallen und hustete schleimige Sputa ohne Blutspuren aus. Die Frequenz der Athemzüge betrug 30 per Minute, die Temperatur in der Achselhöhle 38 ⁰ C. Der härtliche Puls machte 100 Schläge und am untern Winkel des rechten Schulterblattes fand man leer-tympanitischen Percussionston und crepitirendes Rasseln. Man machte eine Venaesection von 10 Unzen, und gab Tartar. stibiat. in refracta dosi. Der Blutkuchen war derb und mit der Crusta inflammatoria bedeckt. Die Temperatur nach der Venaesection betrug 37,7 ⁰ C., Respiration 30, Puls 96. Schon am Abend des zweiten Tages trat eine Exacerbation des Fiebers ein mit einer Temperatur von 41,1 ⁰ C., Puls von 108, ohne dass sich dabei die physikalischen Zeichen änderten. Die inzwischen eingetretenen Menses dauerten ununterbrochen fort.

Am 3. Tage begann die Herpes-Eruption am Munde, der Urin sedimentirte und die Temperatur sank auf 39,5 ⁰ C., während der Puls sich noch immer auf 108 hielt. — Am 4. Tage zeigten sich in den Sputis die ersten Blutspuren, der Herpes entwickelte sich zur vollkommnen Blüthe und ein allgemeiner Schweiss verkündete am Dies index die nahende Krise.

Am 5. Tage erfolgte abermalige Temperaturerhöhung auf 40,2 ⁰, die Pulsfrequenz stieg auf 114, und im linken Unterlappen war deutliches Bronchialathmen zu hören.

Am 6. Tage endlich erfolgte mit einer neuen Herpes-Eruption und abermaligem starken Schweiss die Krise. Der Puls machte 88 Schläge, die Temperatur betrug 37° C., die Respiration 24.

Im Laufe der nächsten Tage wurden reichliche Sputa cocta expectorirt, während der Puls allmälig bis auf 64 herabging, die Resorption einen raschen Fortgang nahm. Am 14. Tage war vollkommene Genesung eingetreten.

Die Herpes labialis erscheint nach dieser und anderen Beobachtungen als eines der günstigsten prognostischen Symptome. Nur in Einem Fall trat nach dem Ausbruch eines Herpes ein letales Ende ein. Er wird bei der Betrachtung des Fiebers ausführlichere Erwähnung finden. Werfen wir einen Blick auf den eben citirten Fall, der in Bezug auf Vollkommenheit der Krise nichts zu wünschen übrig lässt, so müssen wir den alten Praktikern bis zu einem gewissen Grade, der die pedantischen Deutungen mancher Varianten ausschliesst, vollkommen Gerechtigkeit wiederfahren lassen. Darin liegt indess ein wesentlicher Unterschied ihrer und unserer Ansicht, dass wir die kritischen Erscheinungen nicht als die Ursache, sondern als die Folge der heilsamen Wendung im Krankheitsverlauf auffassen.

Es lässt sich mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass kein Krankheitstag gänzlich von dem Auftreten der kritischen Erscheinungen ausgeschlossen ist, dass aber der 4. und 6. Tag eine ganz besondere Rolle spielt.

Krisen erfolgten unter 48 bei 33 Individuen: worunter 4 erlagen: Ein Gewohnheitstrinker mit Verdickung des Ependyms im 3. Ventrikel, ein decrepides Individuum mit doppelseitiger Pneumonie, ein pyaemisches Individuum, und ein Trinker, bei dem Meningitis eintrat.

Unter den 15 Patienten, die keine Krise durchmachten, war Eine Recidive, Eine Pneumonie, die im Stadium der Resorption zuging, und Ein mit Empyem complicirter Fall. Zwei davon waren kurze Zeit maniakalisch, 4 starben.

An die Betrachtung der kritischen Erscheinungen fügt sich passend die der Pulsfrequenz im Zusammenhang mit den Temperaturverhältnissen, und damit auch die Betrachtung des Fiebers in der Pneumonie.

Die Intensität des Fiebers wird nach Traube's Erfahrungen am sichersten durch möglichst genaue thermometrische Messungen bestimmt, während uns der Puls hiefür weniger zuverlässige Resultate liefert.

Ich habe desshalb meine Beobachtungen durch eine Reihe von 200 Temperaturmessungen zu vervollständigen gesucht. Leider kommen nur wenige von den beobachteten Fällen am Tage der Erkrankung in die Anstalt, so dass eine gewisse Unvollständigkeit nicht zu vermeiden war.

In allen den Fällen, die am 2. und 3. Tage mit beträchtlichem Fieber zugingen, bildete ein Frostanfall die Einleitung zu den nachfolgenden örtlichen und allgemeinen Erscheinungen. Dies war (mit annähernder Gewissheit) bei 23 Individuen der Fall. Ganz gewöhnlich traten die Fiebererscheinungen zugleich mit der Lokalaffektion ein, nur ausnahmsweise, nämlich in 12 Fällen, vergingen 3—4 Tage, bis sich zu den allgemeinen auch örtliche subjektive und objektive Erscheinungen gesellten. Am Tage der Aufnahme überstieg die Temperatur jedesmal die Norm und erreichte unter Abendexacerbationen und Morgenremissionen allmälig eine gewisse Höhe, die bei 17 Individuen sehr verschieden ausfiel. Das Maximum bewegt sich zwischen 39,5 ° C. und 41,4 °. Diese höchste Steigerung trat bei einem maniakalischen Potator am 3. Tage ein. Der Fall endete letal.

Wenn Wunderlich[1]) die Temperatur zwischen 31 und 33 ° R. schwanken lässt, so entspricht das obige Verhältniss nach dem Celsius'schen Thermometer nahezu seinen Angaben.

Das Maximum der Temperatur wurde

3	mal	am	3.
6	„	„	4.
3	„	„	5.
2	„	„	6.
2	„	„	7.
1	„	„	2. Tage erreicht.

Die Acme fällt somit vorwiegend auf den 4. Tag, doch ist der 3. 5. und 7. nicht ausgeschlossen. Gewöhnlich hielt sich das Maximum 24 Stunden, seltener unter wiederholten Schwankungen 2—3 Tage. Dann erfolgte unter Morgen-Remissionen und unter Abend-Exacerbationen, die nur einige Zehntelsgrade Unterschied ausmachten, das allmälige stetige Sinken der Temperatur, oder die rasche Rückkehr zur Norm innerhalb weniger Stunden. — Ich bestimmte bei der folgenden Zusammenstellung den Temperaturfall von dem Tage an, wo eine Wärmeverminderung von mindestens $^1/_2$ ° C. eintrat, ohne dass im ganzen folgenden Verlauf das bereits erreichte Maximum noch einmal zum Vorschein kam, abstrahirte also dabei noch

---

[1]) Handbuch der Pathologie und Therapie. Stuttgart. 1858. p. 345.

von der oben erwähnten raschen Rückkehr zur Norm, die von kritischen Erscheinungen begleitet ist.

Der successive Temperaturfall begann

1	mal	am	3.	Tag
5	„	„	5.	„
4	„	„	6.	„
3	„	„	7.	„
1	„	„	8.	„
1	„	„	13.	„

Bei zwei letalen Fällen hielt sich das Maximum der Temperatur bis einige Stunden vor dem Tode. Die grösste Differenz beim Temperaturfall betrug 3° C., die geringste 0,5°.

Obige Zusammenstellung spricht hinsichtlich des Temperaturfalls offenbar zu Gunsten des 5. Tages, indessen dürften auch, wie Wunderlich gegen Traube bemerkt, die geraden Tage häufig einen Ausschlag geben. Rasche Rückkehr zur Norm und manchmal sogar unter dieselbe erfolgte

3 mal am 6. Tag von	41,2°	auf	37,8°
	39,2°	„	37,4°
	40,2°	„	37°
5 mal am 7. Tag von	39,6°	auf	37,3°
	38,2°	„	37,4°
	38°	„	37,3°
	38,4°	„	37,3°
	39,2°	„	37,8°
2 mal am 9. Tag von	38,4°	auf	37,5°
	38°	„	37,7
1 mal am 10. Tag von	39,4°	auf.	37,2°
2 mal am 11. Tag von	38°	auf	37,2°
	38,8	„	37,5
1 mal am 13. Tag von	40,4	auf	37,5

In jedem dieser Fälle gingen kritische Erscheinungen, Schweiss oder Harnsediment, Miliarien oder Herpes der Rückkehr zur Norm vorher oder damit Hand in Hand. Der 7. Tag scheint hiebei den ersten Rang einzunehmen.

Besonders bemerkenswerth ist die Beobachtung, dass das Sinken der Temperatur der Abnahme der Pulsfrequenz häufig vorherging und die Remission des Fiebers ganz deutlich einleitete, eine Erscheinung, welche v. Pfeufer wegen ihrer prognostischen Bedeutung in den klinischen Vorträgen besonders hervorhob. Manchmal geht die Temperatur etwas unter das Normalmaass. Ich beobachtete als Minimum 36,2°.

Die geringsten Temperaturgrade fanden sich

1	mal	am	5.	Tag
2	„	„	6.	„
3	„	„	7.	„
1	„	„	10.	„
1	„	„	11.	„
1	„	„	12.	„
1	„	„	13.	„
4	„	„	9.	„

Das Resumé ergäbe somit für das Minimum der Temperatur beiläufig den 4. Tag, für den Beginn des successiven Falls den 5. Tag, für den Beginn des raschen Falls mit kritischen Erscheinungen den 7. Tag, für das Minimum den 9. Tag.

Die Pulsfrequenz giebt uns zwar nach Traube's Erfahrungen keinen so sichern, aber für den praktischen Arzt dennoch sehr wichtigen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Fiebers, namentlich des Fiebercharakters [1]). Die Kranken, welche innerhalb der ersten 24—36 Stunden zur Beobachtung kamen, hatten meistens eine Pulsfrequenz von 96—100 Schlägen.

Unter 40 Fällen fiel das Maximum der Frequenz

11	mal	auf	den	4.	Tag
6	„	„	„	9.	„
6	„	„	„	6.	„
5	„	„	„	7.	„
3	„	„	„	5.	„
3	„	„	„	2.	„
2	„	„	„	8.	„
1	„	„	„	3.	„
1	„	„	„	10.	„
1	„	„	„	12.	„
1	„	„	„	14.	„

Die höchste Pulsfrequenz wurde jedesmal unter Morgen-Remissionen und Abend-Exacerbationen analog der Wärmesteigerung erreicht, doch hielten Puls und Temperatur bei weitem nicht immer gleichen Schritt.

Ganz constant fand ich in jenen Fällen, wo unter deutlichen kritischen Erscheinungen ein plötzliches und erhebliches Sinken der Temperatur eintrat, auch eine auffallende Verminderung der Pulsfrequenz. Wurde auch nach dieser

---

1) Boerhave, Institutiones medic. „De pulsu arteriae ut signo“: Patet, in arte signorum multum valere doctrinam de pulsibus.

Epoche der Puls wieder frequenter, so erreichte er doch nie mehr das frühere Maximum und der Fall verlief günstig. Nur in 4 Fällen überstieg die Pulsfrequenz das durchschnittliche Maximum von 120—124, und von diesen gingen zwei letal aus. Das entscheidende Sinken der Pulsfrequenz fiel, jedoch nicht ohne Ausnahme, nach dem Resumé sämmtlicher Beobachtungen auf den 8. Krankheitstag, also um einen Tag später, als der entscheidende Temperaturfall.

Ueberall, wo ein günstiger Ausgang bevorstand, zeigte sich eine ganz auffallende Pulsverlangsamung und zwar entweder sehr bald nach Erreichung des Maximum, wenn deutliche kritische Erscheinungen da waren, oder successive, wenn letztere unvollkommen waren, oder fehlten. Die geringste Ziffer war 42 pr. Minute.

Freilich wurde in einigen Fällen Digitalis gegeben, indess kommt diese Pulsverlangsamung auch unabhängig von der Digitalis-Wirkung der Reconvalescenz von der Pneumonie als eine charakteristische Erscheinung zu.

Ein anderes merkwürdiges Phänomen, auf das v. Pfeufer wiederholt aufmerksam machte, ist der aussetzende Puls in der Pneumonie.

Der aussetzende Puls wurde bei 6 Individuen beobachtet, und zwar

1) am 6. Krankheitstage bei einem 67jährigen Mann. Am 7. Tag erfolgte Herpes-Eruption, Puls- und Temperaturfall und am 16. vollkommene Genesung.

2) Am 4. und 5. Tage bei einem 31jährigen Weib mit Insufficienz der Mitralis. Am 6. trat Puls- und Temperaturfall ein und am 10. vollkommene Genesung.

3) Am 11. Tage bei einem 60jährigen Weib, das am 8. Krankheitstag mit Herpes labialis zuging. Puls- und Temperaturfall waren auch hier die Begleiter des intermittirenden Pulses.

4) Am 7. Tage bei einem 62jährigen Mann mit Emphysem, der am 16. Tag als genesen betrachtet werden konnte.

5) Am 12. Tage bei einem 58jährigen decrepiden Weib, das mit doppelseitiger grauer Hepatisation am 11. Tage zuging und am 13. starb.

6) Am 8. und 9. Tage bei einem 64jährigen Weib mit doppelseitiger Pneumonie. Der letale Ausgang erfolgte am 11. Tag.

Der aussetzende Puls, der in vielen Krankheiten dem Arzt gegründete Besorgniss einflösst, wäre somit in der Pneumonie

kein entschieden ungünstiges Zeichen, vielmehr scheint er, wenn nicht anderweitige schlimme Symptome zu einer ungünstigen Deutung desselben zwingen, die wünschenswerthe Pulsverlangsamung einzuleiten.

Die durchschnittliche Dauer des Fiebers in der Pneumonie ist bereits oben berührt, wo von dem Eintritt der Pulsverlangsamung die Rede war. Sie erstreckt sich in allen günstigen Fällen nicht über 14 Tage hinaus und beschränkte sich nur ausnahmsweise auf 4—5 Tage. Zu den letzteren Fällen gehören die circumscripten central verlaufenden Pneumonien mit äusserst geringen subjektiven und objektiven Erscheinungen. Die Dauer des Fiebers ist nächst der Intensität desshalb am wichtigsten, weil von ihr die Dauer der Exsudation abhängt, und die Resorption des Exsudates gewöhnlich erst dann merkliche Schritte macht, wenn das Fieber vollkommen aufgehört hat. Das Exsudat kann indess auch nach dem Aufhören des Fiebers einige Zeit in unverändertem Zustande beharren. Geringe und langsame Exsudation bei heftigem und anhaltendem Fieber wird gewiss nie beobachtet.

Die Qualität des Fiebers ist theils nach dem Puls, theils nach dem gesammten Krankheitsbild zu beurtheilen. Wir beobachteten in den vorliegenden Fällen drei Hauptfiebercharaktere: den entzündlichen, typhösen und pyämischen. Die Mehrzahl fällt in die 1. Rubrik. Diese Kranken, meistens Leute mit kräftiger Constitution in den Blüthejahren, kamen nach vorausgegangenem Frost mit einem harten gespannten Puls, sehr hoher Hauttemperatur, quälendem Durst, vollständigem Appetitmangel und Gefühl von Erschöpfung, die jedoch nie jener Prostratio virium wie beim typhösen Fieber gleich kam. Der Harn in den ersten Tagen braun und saturirt, von starkem Harnstoffgeruch, sedimentirte ganz gewöhnlich zur oben angegebenen Zeit. Ueberhaupt zeichneten sich diese Fälle durch Regelmässigkeit des Verlaufes und Deutlichkeit der kritischen Erscheinungen aus. Wurde venaesecirt, so zeigte sich nicht jedesmal jene wohlbekannte crusta inflammatoria, nämlich in 7 Fällen nur 4 mal (eine Bemerkung die auch de Haen in seiner Ratio medendi. Cap. 6. pag. 59 macht: nonnunquam sanguis initio febris acutae crusta caret.) Die Crusta inflammatoria hat überhaupt für uns als pathognomonisches Symptom viel an Werth verloren, seitdem wir den mechanischen Vorgang kennen, der ihrem Entstehen zu Grunde liegt, und ihr Vorkommen auch bei nicht entzündlichen Krankheiten erwiesen ist. Die Vorstellung, dass eine Hyperinose dabei im Spiele sei, ist als unrichtig längst aufgegeben.

Typhöse Pneumonie. Fieber mit typhösem Charakter, das Wunderlich unter der Rubrik typhoide Form der Pneumonie beschreibt, wurde in 48 Fällen 12 mal beobachtet, mit mehr oder weniger ausgeprägten Erscheinungen. Der weiche, oft sogar wellenförmige und dicrote Puls, die grosse Körperschwäche, verbunden mit Schwindel und Eingenommenheit des Kopfes, die für unsere reinen Typhoide charakteristische Beschaffenheit des Zungenbelegs, mitunter auch leichte vorübergehende Delirien bezeichneten den eigenthümlichen Verlauf dieser Pneumonien. Die Krisen fehlten entweder ganz oder es traten zu wiederholten Malen und an ungewöhnlichen Tagen unvollkommene kritische Erscheinungen auf.

Diese Form der Pneumonie (Pneumonia typhosa) ist wohl zu unterscheiden von der Pneumonie im Typhus, d. h. jener Verdichtung des Lungengewebs, die oft am Ende schwerer Typhen durch Hypostase entsteht (Pneumonia hypostatica). Ein sehr ausgeprägtes Bild der Pneumonia typhosa fand sich bei einem 18jährigen Handwerker, der bereits fünf Jahre vorher eine Pneumonie durchgemacht hatte. Er betrat am 2. Krankheitstag, nachdem er von heftigem Fieberfrost befallen war, das Krankenhaus, und klagte über empfindliche Schmerzen in der rechten Seite der Brust ohne weitere locale objektive Brusterscheinungen. Husten und Expectoration fehlte gänzlich. Der Puls machte 110 Schläge, war voll und weich, doch noch distinct, die Hauttemperatur ausserordentlich erhöht. Kopfschmerz, Schwindel, grosse Hinfälligkeit und eine für unsere Typhen charakteristische Zunge liessen anfangs an unsere endemische Krankheit denken. Erst am Morgen des 4. Tages ergab die Untersuchung der Brust an der Rückenfläche dem rechten Unterlappen entsprechend gedämpften Percussionston, umschriebenes Bronchialathmen und starke Consonanz der Stimme, Veränderungen, die sich unter Hinzutritt der Sputa crocea und Steigerung der Athembeschwerden, des Hustens und der pleuritischen Schmerzen allmälig über die ganze rechte Lunge ausbreiteten. Damit war eine ganz ausserordentliche Empfindlichkeit des 3. und 4. Brustwirbels verbunden. Der Kranke klagte beständig über einen fixen Schmerz in dieser Gegend, der durch Druck sehr gesteigert wurde. — Man gab bisher täglich ein Paar Drachmen Nitrum und suchte den örtlichen Schmerz durch Sinapismen und Fomente zu lindern. Der Spinalschmerz wurde durch eine örtliche Blutenziehung längs der Brustwirbel sehr vermindert. Eine bei der genuinen Pneumonie ungewöhnliche Prostratio virium,

ein undulirender ungleicher Puls von 112—120 Schlägen verkündeten am 5. und 6. Tag drohende Lebensgefahr, und zeigten die excitirende Behandlung mit Campher an. Am Abend des 6. Tages begann ein mässiger allgemeiner Schweiss, während noch 40 Athemzüge pr. Minute den höchsten Grad der Dyspnoe anzeigten. Die darauf folgende Nacht wurde unter Delirien und grosser Unruhe hingebracht. Der Zustand am 7. und 8. war um nichts tröstlicher. Eine beunruhigende Abnahme der Expectoration veranlasste zur Ordination einiger Dosen Sulfur aurat. Die physikalischen Erscheinungen sprachen jetzt für den Fortschritt der Exsudation auf den linken Unterlappen. Doch kam es hier nicht bis zur Hepatisation. Am 9. Tag erfolgte nämlich ein Temperaturfall von 40,2° C. auf 39,6°, der Harn machte ein Sediment und eine entschiedene Abnahme der Pulsfrequenz und Dyspnoe liessen die Prognose günstiger stellen. Am 10. Tage trat unter starkem Schweiss eine reichliche Miliarien-Eruption auf Brust und Unterleib ein, während der Puls auf 84, die Temperatur auf 37,2° C. herabging. Obwohl die Zeichen der Exsudation noch ausgebreitet und sehr deutlich waren, und die Sputa noch immer Blutspuren zeigten, war das Allgemeinbefinden doch um vieles besser, das Sensorium wurde allmälig vollkommen frei, die Dyspnoe hörte gänzlich auf, die bisher trockne wie mit Mehl bestreute Zunge wurde reiner und feucht, die natürlichen Se- und Excretionen gingen geregelt von statten und die Hauttemperatur ging bis auf 36,3 herab, also unter die Norm, eine Beobachtung, die auch Traube öfters machte. Die Resorption begann vom 12. Tage an und machte bis zum 15. solche Fortschritte, dass der Kranke als Reconvalescent betrachtet werden konnte.

Dieser Fall gehört zu den schwersten in unserer Beobachtungsreihe und ist der einzige, in dem der oben erwähnte heftige Spinalschmerz auftrat.

Die pyaemische Form der Pneumonie hat mitunter grosse Aehnlichkeit mit dem ebenbeschriebenen Verlauf, bedarf aber desshalb einer besonderen Erwähnung, weil sich unter jener Bezeichnung zweierlei Begriffe subsumiren lassen. Es gibt nämlich eine Pneumonie, die im Verlauf des pyaemischen Prozesses entsteht, also eine Folge derselben Ursache ist, die den übrigen pyaemischen Erscheinungen zu Grunde liegt (eine Theilerscheinung der Pyaemie) und es gehören diese eigentlich nicht hieher; oder es kann eine ursprüngliche genuine Pneumonie in einem dyscrasischen Individuum z. B. bei einem Potator durch Verjauchung des Exsudates und Resorption von den Lungen aus

zur Pyaemie führen, so dass letztere die Folge des örtlichen Processes ist[1]). Unter beiden Umständen werden wir sowohl die Erscheinungen des Resorptionsfiebers, als auch die physikalischen Veränderungen in den Lungen natürlich in verschiedenen Graden ausgeprägt finden. — Die erste Form der pyaemischen Pneumonie wurde repräsentirt durch ein 19jähriges kräftiges Dienstmädchen, das am dritten Tage der Erkrankung mit heftigem Fieber von typhösem Charakter in's Krankenhaus kam und dabei über äusserst heftige Schmerzen in der Gegend des Lendentheils der Wirbelsäule klagte. Da keine traumatische Ursache vorlag und obiger Schmerz plötzlich beim Bücken erwacht sein soll, so dachte man zunächst an eine Muskelzerrung, zumal, da im Laufe des Tages Erleichterung eintrat. Die übrigen Erscheinungen boten ganz das Bild eines Typhus. Die Hauttemperatur war beträchtlich erhöht, der Puls sehr frequent und weich, die Zunge in der Mitte mit dickem weichem Beleg versehen, an der Spitze und dem Rande roth, die Milz vergrössert, der Kopf eingenommen, schwindlig, dabei vollkommne Anorexie und heftiger Durst. Doch fehlten die Diarrhoen. Die Untersuchung der Brust ergab am Tage der Anfnahme gar keine Veränderung. Man leitete symptomatisch die kühlende Behandlung ein und liess am 7. Tage, da die Lendenschmerzen sich mit vermehrter Heftigkeit einstellten, an der Wirbelsäule trockne Schröpfköpfe appliciren, die einige Erleichterung verschafften. Ein am 4. Tage ausgebrochener Herpes labialis veranlasste neuerdings zu einer genauen Untersuchung der Brust, obwohl Dyspnoe, Husten, localer Schmerz und blutige Sputa fehlten. In der That zeigte sich jetzt, wenn auch nur im Umfang eines Thalers, unter der linken Spina scapulae Consonanz der Stimme und Bronchialathmen, in der Umgebung Rhonchi. In der Nacht vom 5. auf 6. traten die ersten lebhaften Delirien ein, die von nun an bis zum letzten Tag ununterbrochen fortdauerten. Der Puls machte fortwährend 112—120 Schläge, die Respiration 40—50 pr. Minute. Die Zunge trocken mit diphtheritischem weissem Ueberzug belegt. Die Ordination war Sol. Mercur. corros. gr. β in 1 ℥ aqu. destill. Am 7. Tag stellte sich ein kurzer lockerer Husten ein, aber ohne die geringste Expectoration, und ohne Zeichen von zunehmender Verdichtung im linken Oberlappen. Die Respiration beständig laut,

---

[1]) Eine derartige Form bezeichnet wahrscheinlich Stoll mit den Worten: alter morbus a peripneumonia fit, si inflammatoria materies intra pulmonales venulas resorbetur, in loca quaedam deponitur. (Aphorism. 151).

mitunter rasselnd, blieb fortwährend sehr frequent. Doch hatte die Kranke nicht das mindeste Gefühl von Dyspnoe, lag vielmehr immer in den heitersten Delirien. Zur cyanotischen Gesichtsfärbung, die bisher vorherrschte, mischte sich allmälig ein leicht icterischer Anstrich und gelbliche Färbung der Albuginea, und im saturirten Harn zeigte sich Gallenfarbstoff in ziemlicher Menge, dagegen kein Eiweissgehalt.

Unter Zunahme des Icterus brach am 8. Tage ein marmorirtes, livides Exanthem wie beim Typhus exanthematicus auf Brust und Unterleib hervor, und in der letzten Nacht trat ein langer und heftiger Schüttelfrost ein, der sich am folgenden Morgen wiederholte. Ueber die Hinterfläche der linken Lunge war nunmehr exquisites Bronchialathmen verbreitet. Der Tod erfolgte unter ausgeprägter Cyanose und lautem Rasseln am 9. Krankheitstage.

Der von Professor Buhl beschriebene Sectionsbefund lautete folgendermaassen:

Kräftiger Körper, gelbe Hautfarbe, mässige Auftreibung des Unterleibes.

Schädel: Mässig dickes Schädeldach, beträchtliche Verdünnung durch Pacchioni'sche Granulationen. Auf der Scheitelhöhe beiderseits feste Verwachsung der dura mater mit der Kron- und Pfeilnath. Osteophyten-Bildung an der innern Stirnbeinfläche und am Seitenwandbein. Gelbliche Färbung der dura. An den angegebenen Stellen des Schädeldaches die dura vollständig durchbrochen durch die Pacchioni'schen Granulationen. Gelbliches Faserstoffgerinnsel im Längs-Sinus. Flüssiges Blut in ziemlicher Quantität in den Quer-Sinus. Arachnoidea beträchtlich verdickt, weiss, trüb. Die Pacchioni'schen Granulationen durch das Abziehen der dura abgerissen. Venen der pia mater strotzend. Blutreichthum der weissen Hirnsubstanz, dunkle Färbung der grauen. Hirnmark weich. Oedem der Pia, stellenweise Verdickung derselben. Ventrikel von gewöhnlicher Weite, mit der gewöhnlichen Menge Flüssigkeit gefüllt. Mässige Abplattung der Windungen. Die Verdickungen der Arachnoidea reichen bis zum Eingang in die Sylvische Spalte.

Brusthöhle. Geringe Menge Flüssigkeit im Herzbeutel. Linke Lunge an der Oberfläche mit gelblichem Faserstoff in dünnen Lagen beschlagen, und zwar vom untern Rand des Oberlappens bis zum untern Rand des Unterlappens. Die Lunge callabirt nicht. Im Oberlappen verminderter Luftgehalt, glatte Schnittfläche, von welcher schwach trübe Flüssigkeit

herabquillt. Im Unterlappen, und zwar in der Mitte desselben seitlich, oberflächlich und am untern Rande finden sich haemorrhagische Herde. In der Mitte jedes solchen Herdes sind gelbliche, weiche, eitrige Massen. In den grossen Gefässen flüssiges dunkles Blut. Dunkelrothe Färbung der Bronchialschleimhaut, Wulstung derselben.

Rechte Lunge ebenfalls in den untern Parthieen des Ober- und im ganzen Unterlappen äusserlich mit gelbem Faserstoff überdeckt. Ein hämorrhagischer Infarkt findet sich im Oberlappen mit gelblichem zackigem Rand scharf abgegrenzt vom übrigen Lungengewebe, keilförmig eingesenkt. Die Basis des Keils misst 3 Centimeter. Die Spitze reicht bis zum Eintritt der Haupt-Bronchien in die Lunge. Auch im Unterlappen einzelne kleine pyaemische Heerde. Die übrigen Parthieen des Lungengewebs von Luft, Serum und Blut ausgedehnt. Gefässe und Bronchien wie in der andern Lunge. Nirgends Pröpfe. Herz entsprechend gross. Ziemlich viel Fett auf dem rechten Herzen. Gelbliche Faserstoffgerinnsel in allen Höhlen, verfilzt mit den Klappensehnen. Die Klappen gehörig. Der Muskel dunkel, blutreich, die Wandungen mässig dick. Das Endocardium gelb imbibirt.

Bauchhöhle. Im Magen blutgemischter Inhalt. Dichte Injektion, besonders gegen den Pylorus zu. Ductus choledochus durchgängig, nicht erweitert. Schleimhaut des Duodenum mässig geröthet. Gelbliche Galle in geringer Menge im Ductus choledochus und hepaticus. Orangegelbe, dünne Galle von mässiger Quantität in der Gallenblase. Leber von gewöhnlichem Volumen. Schnürbrustleber. Das Gewebe schlaff, welk von mässigem Blutgehalt. Die Farbe gelbbraun. Geringe Brüchtigkeit. Das Parenchym feucht. Milz mässig vergrössert, schlaff, Schnittfläche körnig. Parenchym weich, blutreich, keine Bläschen.

Mesenterialdrüsen nicht vergrössert, nicht injicirt. Haemorrhagie in der Marksubstanz der linken Nebenniere. Linke Niere von gewöhnlichem Volumen. Mässiger Blutgehalt, unbedeutende Entfärbung der Rindensubstanz in der Nähe der Pyramiden.

Rechte Niere. Schwache Injektion des Nierenbeckens und der Nierenkelche, sonst wie die linke Niere.

Darmwand blass, blutarm, an einzelnen abhängigen Stellen grössere Gefässchen injicirt. Keine Drüsenanschwellung. Mässige Injektion der Harnblasenschleimhaut. Gelblicher blutiger, glasartiger Schleim an der Innenwand des Uterus. End-Hydatiden. Corpus luteum im rechten Ovarium.

An der Innenwand der Vena cava inferior sieht man drei etwas über das Niveau erhabene, gelbliche, mit lividem Rande

versehene Stellen, herrührend von den unterliegenden Lymphdrüsen. Die Retroperitonealdrüsen vom 2. Lendenwirbel bis zum Promontorium nämlich sind ihrem grössten Theil nach mit kleinen Abscesschen versehen und die verbindenden Lymphgefässe mit Eiter gefüllt. In der Vena cava ein loses Coagulum.

Der 2., 3. und 4. Lendenwirbelkörper zeigt auf dem Durchschnitt schwärzlich grüne und rothe Färbung mit erweichtem Centrum von brandigem Geruch. Der fünfte Lendenwirbel ist auch noch etwas missfärbig.

Hier war offenbar die Lungen-Affection Theilerscheinung der Pyaemie. Anders verhält sich's in folgendem Fall, der ganz entschieden für die Möglichkeit einer pyaemischen Infektion vom jauchigen Exsudat im Lungen-Parenchym spricht. Er betrifft einen 41jährigen Schlosser, der anamnestischen Daten zu Folge ein Potator war und wenige Wochen vor seiner zweiten Erkrankung an einem Gastricismus im Krankenhause lag. — In der Nacht vor seinem Eintritt in die Anstalt von Fieberfrost, Seitenstechen und Husten befallen, kam er mit sehr frequentem, härtlichem Puls und Dyspnoe. Dem rechten Unterlappen entsprechend war Bronchialathmen zu hören. Man machte sogleich eine Venaesection von 16 Unzen und gab Tartarus stibiatus in refracta dosi, ohne jedoch dadurch wesentliche Erleichterung zu erzielen.

Das aus der Ader gelassene Blut zeigte keine Crusta inflammatoria, der Blutkuchen nicht derb. Im Auswurf zeigten sich keine Blutspuren bis zum 3. Tag. Consonanz der Stimme, Bronchialathmen und leerer Percussionston war nun im ganzen Umfang der rechten Lunge zu finden, zugleich erreichte die Temperatur 40,8 ^{0} C., der Puls eine Frequenz von 128. Die pleuritischen Schmerzen steigerten sich bedeutend, so dass man sich zu einer örtlichen Blutentziehung genöthigt sah.

Am fünften Tage stellten sich unter auffallendem Collaps Kopfschmerzen, Schwindel, Obnubilation der Sinne und leichte Delirien mit Verengerung der Pupillen ein, während eine leicht gelbliche Gesichtsfärbung dem Kranken das Aussehen eines Pyaemischen gab. — Die Pulsbeschaffenheit hatte sich inzwischen ebenfalls geändert. Er war nunmehr weich, doppelschlägig und leer und erreichte ein Maximum von 136 Schlägen. — Die Kopferscheinungen, welche anfangs auf Rechnung einer Dosis Opium hätten gestellt werden können, steigerten sich, nachdem man mit jenem Medicament ausgesetzt, zu einer solchen Höhe, dass man an wichtige Veränderungen im Gehirn denken musste. Zugleich wiesen die physikalischen Erscheinungen, zu denen sich noch am 6. Tage ausgebreitetes pleuri-

tisches Reiben gesellte, auf eine Hepatisation der rechten Lunge. Die schmutzig rothen, zähen Sputa wurden äusserst mühsam expectorirt. Trotz Anwendung energischer ableitender Mittel erfolgte am 7. Tage unter lebhaften Delirien, Jactation und Cyanose der Tod, ohne dass Lähmungserscheinungen an den Extremitäten auftraten.

Die von H. Professor Buhl gemachte Section ergab folgenden Befund: Ziemlich dickes sclerotisches Schädeldach. Im Längs-Sinus loses Coagulum. Die Aussenfläche der dura mater leicht injicirt. In den subarachnoidalen Räumen auf der Höhe der Windungen und in seichten Vertiefungen zwischen denselben, über beide Hemisphären verbreitet, eine seröse blassgelbgrünliche Flüssigkeit. Verdickung der Arachnoidea, besonders längs der grösseren Gefässe der pia mater. Geringe Injection der feineren Gefässe der letzteren. Das Exsudat ist gegen die linke Fossa Sylvii am bedeutendsten. Die graue Substanz ist dunkel, die weisse blutreich, das Mark zäh. Die Pia mit klebrigem Exsudat infiltrirt. Beträchtliches Exsudat in den Hirnhöhlen und Erweiterung der Ventrikel. An der Basis des Gehirns unter der Arachnoidea vom Chiasma bis zur Medulla oblongata zu beiden Seiten gelbgrünliches flockiges Exsudat, das sich auch in die sylvische Grube erstreckt. Lockeres Coagulum und flüssiges Blut im Quer-Sinus.

Brusthöhle. Verknöcherung des 3. bis 5. Rippenknorpels beiderseits. Im Herzbeutel etwas vermehrtes gelblichröthliches Serum. Wässriger Cruor im rechten Vorhof und zähes Faserstoffgerinnsel. Sehnenflecken auf dem rechten Herzen. Am freien Rand der Mitralis einige 2—3''' hohe zarte Vegetationen aus jungem Bindegewebe und Faserstoff bestehend.

Linke Lunge allenthalben lufthaltig, an der Spitze des Oberlappens eine kleine pleurale Narbe, der Unterlappen blut- und serumreich, lufthaltig. Bronchialschleimhaut blass. In den Aesten der Lungenarterie lose schwarze Blutgerinnsel.

Rechte Lunge allseitig durch frischen Faserstoff mit der Costal-Pleura verklebt, auch die Lappen unter sich. Der Oberlappen ist an der vorderen oberen Parthie lufthaltig, rückwärts und seitlich luftleer, die Schnittfläche granulirt, brüchig, starr, rothbraun. Der Mittellappen fehlt. Der Unterlappen ist mit einer fest anhängenden dicken Faserstoffschicht im äussern Umfang und an der Basis verklebt. Starre, graurothe, granulirte Schnittfläche, auf der eine trübe eitrige Flüssigkeit hervorquillt. Gegen die Basis zu kleine Höhlen mit dünner jauchiger Flüssigkeit gefüllt. In den Lungenarterien loses

Coagulum. Bronchialschleimhaut geröthet, in den Bronchien purulenter Schleim.

Bauchhöhle. Leber von gewöhnlichen Volumen, dunkelbraun, brüchig. Helles dünnes Blut in den Gefässen. Braungelbe Galle.

Milz von gewöhnlichem Volumen, mit dem Zwerchfell verwachsen. Parenchym hellbraun.

Cortical-Substanz in beiden Nieren gequollen. Kapsel verdickt, bis auf einige Stellen leicht löslich. Mesenterialdrüsen bedeutend vergrössert. Darm normal.

Es liegt gewiss sehr nahe, die eitrige Meningitis, die sich am 5. Tage einstellte, für eine pyaemische zu erklären, wenn man berücksichtigt, dass mit einem Male das bisher entzündliche Fieber vor dem Auftreten der Kopferscheinungen den Charakter des Resorptionsfiebers annahm. Der Mangel des Schüttelfrostes kann diese Ansicht nicht erschüttern, da derselbe nicht zu den constanten Erscheinungen der Pyaemie gehört, und gerade da, wo sich bedeutendere Veränderungen im Gehirn finden, gewöhnlich vermisst wird.

An die Betrachtung des Fiebers füge ich noch einige Bemerkungen über zwei ziemlich häufige Erscheinungen im Digestionsapparat, das Erbrechen und die Diarrhoe in der Pneumonie. Ersteres, das Erbrechen mit den übrigen gastrischen Erscheinungen, bildete nicht selten die Einleitung zum nachfolgenden Symptomen-Complex der Pneumonie. Diese Beobachtung, sowie die bei Kindern häufig gemachte Erfahrung, dass die Pneumonien mit Erbrechen beginnen, lässt Pfeufer vermuthen, dass die Entzündung manchmal durch Eindringen von Speiseresten in die Luftwege, also auf mechanischem Wege zu Stande kommt. Ein eclatanter Fall der Art ist in dieser Zeitschrift N. F. Band VIII. pag. 73 beschrieben.

In 22 Fällen begann die Krankheit mit ausgesprochenen gastrischen Erscheinungen. Die Patienten hatten gewöhnlich vor ihrem Eintritt in das Krankenhaus ein Emeto-catharticum genommen, und brachten als Folge desselben Diarrhoen mit. Mehrmaliges Erbrechen und mässige Diarrhoe war nie von nachtheiligem Einfluss auf den Verlauf der Krankheit und selbst die Krisen wurden dadurch wenig oder gar nicht alterirt. Von einer kritischen Diarrhoe, die Stoll in seiner Abhandlung über Pneumonie erwähnt (Aphorism. 144), liegt keine weitere Beobachtung vor. Bei decrepiden alten Leuten sind Diarrhoen jedenfalls zu fürchten, aber auch bei jüngeren kräftigen Individuen nicht ohne Bedeutung, wenn sie im Uebermaass auftraten.

Noch erübrigt, vor dem Abschluss der Symptomenreihe, einige bemerkenswerthe Complicationen zu besprechen, die uns zur Beobachtung kamen.

In 4 Fällen wurde vorübergehende Manie beobachtet.

1) Bei einem 22jährigen Mann am 9. und 10. Krankheitstage bei geringer Ausbreitung der örtlichen Veränderungen und mässigem Fieber. Die Anamnese liess zweifelhaft, ob er früher dem Trunke ergeben war. Krankheitsdauer 15 Tage.

2) Bei einem 19jährigen Dienstmädchen vom 12. bis 20. Krankheitstage. Die Exsudation beschränkte sich ebenfalls auf eine kleine Stelle, das Fieber war am 4. 5. und 6. Tage beträchtlich, liess vor dem Ausbruch der Manie nach. Dauer der Pneumonie 22 Tage.

3) Bei einem 25jährigen Handwerker am 3. und 4. Krankheitstage, mit beträchtlichem Fieber und doppelseitiger Hepatisation. Dauer der Pneumonie 21 Tage.

Diese 3 Patienten wurden vollkommen genesen entlassen. Der Verlauf der Pneumonie selbst unterschied sich in Nichts von dem gewöhnlichen, und von keinem der Patienten liess sich anamnestisch früher vorhandene Geistesstörung nachweisen.

Der 4. Fall endlich ging letal aus und betraf einen 36jährigen Tapezierer, von dem notorisch erwiesen ist, dass er sich Jahre lang dem Trunke hingegeben hatte. Noch am Tage seiner Erkrankung hatte er Spirituosa zu sich genommen. Von Geisteskrankheit war den Angaben seiner Verwandten gemäss nie eine Spur vorhanden. Er brachte bereits die physikalischen Erscheinungen einer linkseitigen Hepatisation mit in das Krankenhaus. Die Temperatur der Haut erreichte bei ihm das Maximum von 41,4 ° C. Am 3. Tage brach ein starker Schweiss aus, die Pulsfrequenz stieg unter Hinzutritt von Delirien auf 120 und gegen Abend entwickelte sich die vollkommenste Manie, die bis zum letalen Ausgang fortdauerte. Die Exsudation griff rasch auch auf die rechte Lunge über. Die Expectoration war von Anfang bis zu Ende sehr gering, die Sputa bestanden aus schmutzigrothem, zähen Schleim. Am 5. Tage erfolgte der Tod. In der Leiche fand sich ausser einer gekreuzten Hepatisation im linken Unter- und rechten Oberlappen die für Säufer charakteristische Beschaffenheit des Magens und der Leber und eine eigenthümliche warzige, knorpelähnliche Verdickung des Ependyms im 3. Ventrikel von 2—$2^1/_2$''' Dicke. Sie zog sich an der Decke des Vorderhorns und der Stria cornea rechterseits, weniger im linken Vorderhorn hin, und bestand aus zarten Spindelfasern mit oblongen Kernen.

Dieser Befund im Centrum des Nervensystems bei doppelseitiger Pneumonie lässt v. Pfeufer annehmen, dass die doppelseitigen Pneumonien überhaupt vielleicht centralen Ursprung haben. Wenigstens lässt sich nicht abstreiten, dass eine Pneumonie durch Veränderung an dem Ursprung der respiratorischen Nerven möglicherweise hervorgerufen werden kann, analog der Ophthalmie, die durch Zerstörung des Trigeminus entsteht. Es liegt der Physiologie und pathologischen Anatomie ob, uns über diese Möglichkeit auf experimentellem Wege und am Leichentisch noch weitere Aufklärung zu verschaffen.

2) Delirium tremens im Verlaufe einer Pneumonie wurde bei einem 51jährigen Branntweinsäufer beobachtet. Die Symptome der Pneumonie traten gegen die ausgeprägten Erscheinungen des Säuferwahnsinns ganz in den Hintergrund. Das Fieber war mässig, der Husten unbedeutend, der Auswurf wenig, zäh, schmutzig grau, fahl; am vorletzten Tage stieg der Puls auf 120. Unter den Zeichen des acuten Lungen-Oedems trat rasch der Tod ein am 7. Tage der Pneumonie. Die Section ergab reichlichen serösen Erguss in den Gehirnventrikeln und subarachnoidealen Räumen, doppelseitige, aber nicht gekreuzte Hepatisation und in den Nieren die für das III. Stadium der Bright'schen Krankheit charakteristischen Veränderungen. Ausserdem enorme Fettanhäufung im Mesenterium, am Herzen und um die Nieren.

3) Bei vier Individuen stellten sich im Verlaufe der Pneumonie deutliche Erscheinungen von Pleuritis ein. Obwohl wahrscheinlich jede Pneumonie, wenn sie nicht ganz central verläuft, eine superficielle Pleuritis mit sich bringt, so gab sich dieselbe doch nur in diesen 4 Fällen durch deutliches und wenigstens mehrere Tage andauerndes pleurales Reibungsgeräusch, verbunden mit ungewöhnlich heftigen Schmerzen, zu erkennen. Die Dauer und der günstige Ausgang der Pneumonie wurde nicht im Geringsten alterirt, wohl aber in anderen 4 Fällen, die

4) mit Empyem complicirt waren. Zwei davon brachten bereits die physikalischen Erscheinungen eines umfänglichen pleuritischen Exsudates zugleich mit den Erscheinungen einer Pneumonie in das Krankenhaus, und es ist der Anamnese nach wahrscheinlich, dass die Pleuritis hier das Primäre war, und die Pneumonie auf dem Wege der Contiguität entstand. In den anderen zwei Fällen entwickelte sich das pleuritische Exsudat unter unsern Augen nach beinahe vollständigem Ab-

lauf der Pneumonie. Zwei wurden gebessert und zwei geheilt entlassen (quoad Empyema).

5) Emphysema pulmonum bei zwei 60jährigen Männern, die mit leichten pneumonischen Erscheinungen zugingen. Die einzige merkliche Folge dieser Complication war eine im Verhältniss zur geringen Exsudation beträchtliche Dyspnoe, die jedoch nur so lange, als das Fieber andauerte, Bestand hatte.

6) Vitium cordis, und zwar Insufficienz der Mitral-Klappe, wurde bei zwei weiblichen jungen Individuen beobachtet, die mit pneumonischen Erscheinungen zugingen. Dauer und Verlauf wurden dadurch nicht wesentlich alterirt, nur zeichnete sich der eine Fall durch intermittirenden Puls aus.

7) Zwei Individuen waren mit einer ansehnlichen Struma behaftet, hatten jedoch dadurch keine besonderen Nachtheile hinsichtlich der Dyspnoe.

8) Bei einer 31jährigen Dienstmagd stellte sich in der Reconvalescenz eine äusserst schmerzhafte und hartnäckige Ischias ein, wodurch die Zahl der Aufenthaltstage sehr vermehrt wurde.

9) Zweitägiger starker Icterus stellte sich im Verlauf der Pneumonie bei einem 34jährigen Manne ein, der grosse Dosen Tartarus stibiatus bekommen hatte. — Bis zum 6. Tag hatte die Gesichtsfarbe jenen für die Pneumonie so gewöhnlichen leicht gelblichen Anstrich. Dieser verwandelte sich nun im Verlauf weniger Stunden in einen ausgeprägten Icterus mit viel Gallenfarbstoff im Harn. Am 8. Tage war bereits bedeutende Abnahme bemerklich, nachdem einige Dosen Calomel reichliche Darmentleerungen verschafft hatten, und am 9. Tage war der Icterus spurlos verschwunden.

Die zwei interessanten Complicationen mit Pyämie und Meningitis sind bereits oben ausführlich erwähnt.

Ueber die Behandlung der Pneumonie war man lange Zeit durchaus nicht zweifelhaft, ja man hätte noch vor 20 Jahren jeden Arzt der grössten Nachlässigkeit beschuldigt, der nur einmal unterlassen hätte, bei Pneumonie zu venaesciren [1]. Venaesection und Pneumonie waren eine Zeit lang unzertrennliche Begriffe, und Niemand wagte es, das alte Herkommen auch nur im Geringsten anzutasten, bis die ausgedehntesten Erfahrungen in grossen Spitälern lehrten, dass Pneumonien auch ohne allgemeine Blutentziehungen günstig verlaufen können. Von nun an begann ein Streit zwischen den Anhängern der

---

[1]) Princeps omni intuitu nulloque alio supplendum subsidium in pneumonitide acuta sistit venaesectio. Fr. v. Hildenbrandt, Institutiones pract. med. p. 633.

älteren und neueren Schule, der heute noch nicht geschlichtet ist. Ich glaube jedoch nicht, dass der denkende Arzt unserer Zeit dadurch in grosse Bedrängniss kommt. Er wird sich keinem von beiden Extremen willenlos in die Arme werfen, sondern in jedem gegebenen Falle gewisse Anhaltspunkte im Krankheitsverlauf zu gewinnen suchen, die über die Wahl der Venaesection entscheiden. Solche Anhaltspunkte sind: der allgemeine Kräftezustand des Patienten, Alter, Constitution, und hauptsächlich der Charakter des Fiebers. Hildenbrandt spricht sich, obwohl er im obigen Citat die Venaesection als das einzige Subsidium rühmt, an einer andern Stelle folgendermaassen aus:

Ubi inflammatio localis et vires ipsae exorbitantes venaesectionem postulant — nullum dubium.

Ubi inflammatio localis postulat et vires jamjam labefactae admittunt venaesectionem — nullus timor.

Ubi inflammatio localis venaesectionem postulat et vires imminutae vix sufficiunt — hic Rhodus, hic salta!

Das Fieber, die örtliche Entzündung und der Kräftezustand des Patienten geben ihm somit die wichtigsten Indicationen. Wenn man indess überlegt, was man eigentlich mit einer Venaesection ausrichtet, so muss die Rücksicht auf den örtlichen Process als Indication ganz in den Hintergrund treten; denn wir vermögen allen Erfahrungen nach durch allgemeine Blutentziehungen das bereits vorhandene Exsudat nicht zu entfernen und den Fortschritt der Exsudation auch nicht unmittelbar aufzuhalten. Wohl aber können wir durch dieses Mittel das Fieber vermindern, und damit eine Hauptursache der weiteren Ausbreitung der Entzündung schwächen. Eine Anzahl von Temperatur- und Pulsmessungen unmittelbar vor und nach der Venaesection lehrten, dass ein freilich nur vorübergehender, höchstens 12 Stunden dauernder Fall in der Temperatur- und Pulsfrequenz erfolgt, worauf noch immer eine bedeutende Exacerbation auftreten kann.

Ein zweiter Vortheil, den wir mit dem Aderlass erreichen, ist die subjective Erleichterung für den Kranken bei grosser Dyspnoe. Bei heftiger Athemnoth, wenn der höchste Grad der Cyanose das Leben bedroht, erfüllt die Venaesection sogar eine Indicatio vitalis. Eine Verkürzung des Krankheitsverlaufes erreichen wir dadurch nicht, ebenso wenig lässt sich aber auch erweisen, dass die Reconvalescenz dadurch retardirt wird. So viel steht fest, dass eine einzige grosse Venaesection den Kranken weniger schwächt, als eine Reihe rasch auf einander folgender kleiner Venaesectionen.

Man machte in unsern 48 Fällen siebenmal Venaesection, bei Dreien war bereits vor dem Eintritt in das Krankenhaus eine geringe Menge Blut gelassen. — Die durchschnittliche Krankheitsdauer war in diesen 10 Fällen 15—16 Tage, in den übrigen 38 ohne allgemeine Blutentziehung behandelten Fällen 17—18 Tage, eine Differenz, die kaum beachtenswerth ist. — Die Mortalität vertheilt sich so: Auf die mit Venaesection Behandelten trifft 1 Todter, auf die ohne Venaesection Behandelten 7 Todte. Ganz gewiss wäre es eine Einseitigkeit, wenn man behaupten wollte, die obigen Sieben wären durch Venaesection gerettet oder die Mortalität dadurch vermindert worden. Denn die letalen 7 Fälle betrafen entweder decrepide Individuen, denen jeder Blutverlust sicher das Leben gekürzt hätte, oder gingen in einem so weit vorgerückten Stadium zu, dass man unmöglich von einer Venaesection Verhinderung des letalen Ausganges erwarten konnte. Selbst die ältere Schule schreibt als äusserste Grenze für die erfolgreiche Anwendung der Venaesection in der Pneumonie den 11. Tag vor. In unserer Beobachtungsreihe treffen alle Venaesectionen innerhalb der ersten 4 Tage. Nach den in unserer Klinik gemachten Erfahrungen ist eine Venaesection bei kräftigen, plethorischen Individuen in guten Jahren, die innerhalb der ersten 3—4 Tage mit ausgesprochenem entzündlichem Fieber in Behandlung kamen, jederzeit mit wesentlicher Erleichterung für den Kranken verbunden, und mit Ausnahme eines einzigen Falles, der später durch eitrige Meningitis complicirt wurde, von einem günstigen Ausgang begleitet gewesen.

Locale Blutentziehungen durch Blutegel oder Schröpfköpfe wurden 13 mal angewendet und erwiesen sich jederzeit sehr nützlich bei heftigen pleuritischen Schmerzen. Wenn wir auch auf den Exsudationsprocess dadurch keinen Einfluss ausüben können, so verschaffen wir doch dem Kranken eine für ihn nicht unwesentliche Erleichterung. Einen gleichen Zweck erfüllten die Cataplasmen und Fomenta humida, wenn sie sorgfältig und continuirlich auf die leidende Seite applicirt wurden. Sinapismen verschafften nur ganz vorübergehende Erleichterung. Vesicantien wurden nur in wenig Fällen nothwendig, wenn bei vollkommen fieberlosem Zustande die Resorption sehr langsam von Statten ging oder zugleich ein pleuritisches Exsudat die Reconvalescenz von der Pneumonie verzögerte. Von antiphlogistischen Medicamenten wurde Tartarus stibiatus von 1—4 Gran in 6 Unzen Mxt. gummos. gegeben, oder Calomel in halb- bis eingranigen Dosen vier- bis sechsmal des Tages, auch Kali und Natron nitricum 1—2 Drach-

men in 24 Stunden. Nach dem Gebrauch dieser Mittel sah man in den meisten Fällen Verminderung des Fiebers und, wenn auch mitunter stärkere diarrhoische Darmentleerungen die günstige Wirkung zu beeinträchtigen drohten, so wurde durch Zusatz von Opiaten diese unangenehme Nebenwirkung beseitigt. Ueberhaupt war die früher gehegte Furcht vor Opiaten in der Pneumonie eine durchaus ungegründete. Selbst ansehnliche Dosen werden gut vertragen, sie versetzen den Kranken in eine Art Wohlbehagen und, weit entfernt die örtliche Congestion zu vermehren, beschwichtigen sie jene quälenden Schmerzen, welche bei umfänglicher Affection der Pleura den Kranken kaum zu Athem kommen lassen. Bei Zeichen beginnender Lähmung (Rasseln mit Athemnoth) ist das Opium zu vermeiden. Als ein werthvolles expectorirendes Mittel zeigte sich auch in der Pneumonie der Sulfur aurat. in halb- bis eingranigen Dosen ein- bis zweistündlich gegeben. — Reichlicher schaumiger Auswurf wurde mit Leichtigkeit herausgefördert und überdies in einigen Fällen eine entschiedene Pulsverlangsamung erzielt.

Bei der typhoiden Form, wo die Zunge mitunter einen sehr hässlichen dicken weissen oder braunen Beleg trägt, schien der Sublimat gr. ß auf ℥ VI zu nützen (Heine).

Unter den Diureticis wurde am gewöhnlichsten die Digitalis als Infusum gr. XV auf ℥ VI oder in Form der einfachen und ätherischen Tinctur gewählt, und namentlich die Tinctur bewährt gefunden.

Mann von 41 Jahren.

Tag der Krankheit.	24stündige Harnmenge in Cubik-Cent.	Harnstoffmenge in Grammes.	Menge der Chloride in Grammes.	Specifisches Gewicht.	Puls pr. Minute.	Respiration pr. Minute.	Temperatur nach Celsius.
2.	500	19,75	0,30	1,018	M. 100 *)	32	39,5
					A. 114	32	39,8
3.	1080	22,68	1,08	1,013	M. 100	32	40,4
					A. 96	28	39,8
4.	1300	48,10	0,78	1,015	M. 120	28	40,8
					A. 128	32	40,8
5.	1150	42,55	0,46	1,016	M. 120	36	39,8
					A. 120	40	40,8
6.	1700	50,15	0,68	1,014	M. 120	36	40,3
					A. 136	48	40,3
7. Tod.	580	21,46	0,116	1,016	M. 112	44	—
					—	—	—

*) M. = Morgens, A. = Abends.

Mann von 21 Jahren.

Tag der Krankheit.	24stündige Harnmenge in Cub.-Cent	Harnstoffmenge in Grammes.	Menge der Chloride in Grammes.	Specifisches Gewicht.	Puls pr. Minute.	Respiration pr. Minute.	Temperatur nach Celsius.
3.	730	20,075	0,730	1,017	M. 92 A. 108	28 36	38,5 41,3
4.	1100	35,75	1,540	1,020	M. 102 A. 96	40 36	40,1 39,3
5.	900	30,15	0,720	1,020	M. 104 A. 104	28 42	40,0 40,5
6.	1050	45,15	0,630	1,021	M. 92 A. 72	28 28	39,2 37,4
7.	600	26,40	0,120	1,026	M. 72 A. 68	24 24	37,5 37,4
8.	700	30,10	0,140	1,025	M. 68 A. 60	24 24	37,3 34,3
9.	700	18,55	0,700	1,024	M. 70 A. 68	24 24	37,3 34,3
15.	1600	44,00	9,92	1,017	M. 76 A. 72	24 24	37,5 37,4
16.	1350	31,05	6,48	1,018	M. 76 A. 76	24 24	37,4 37,4
Mann von 34 Jahren.							
4.	950	44,175	0,19	1,025	M. 112 A. 120	28 36	40 39,8
7.	950	45,60	0,54	1,024	M. 96 A. 88	36 32	39 39,8
8.	900	43,20	0,36	1,020	M. 96 A. 88	32 36	38,9 38,4
9.	1500	51,0	0,60	1,012	M. 84 A. 84	24 24	37,5 37,5
10.	1100	28,60	0,88	1,011	M. 80 A. 76	18 18	37,2 37,2
11.	1300	18,20	3,120	1,009	M. 80 A. 76	24 24	37,3 37,2
12.	1500	39	3,60	1,012	M. 80 A. 72	24 24	37,4 37,3
13.	1400	29,4	1,68	1,016	M. 80 A. 68	24 24	37,2 37,3
14.	1250	26,25	3,50	1,013	M. 64 A. 68	24 24	37,4 37,3
Mann von 33 Jahren.							
5.	1100	47,85	0,440	1,019	M. 96 A. 102	28 40	39,9 41,2
6.	650	33,15	0,260	1,022	M. 92 A. 80	24 18	38,2 37,5
9.	850	35,70	1,19	1,021	M. 68 A. 56	18 18	37,2 37,2
10.	1400	46,20	4,20	1,021	M. 64 A. 68	18 18	37,3 37,4
11.	900	32,40	2,16	1,024	M. 68 A. 60	18 21	37,3 37,3
12.	1600	44,80	7,04	1,018	M. 68 A. 56	24 24	37,3 37,3

Mann von 28 Jahren.

Tag der Krankheit.	24stündige Harnmenge in Cubik-Cent.	Harnstoffmenge in Grammes.	Menge der Chloride in Grammes.	Specifisches Gewicht.	Puls pr. Minute.	Respiration pr. Minute.	Temperatur nach Celsius.
6.	1200	68,40	0,50	1,024	M. 96 A. 84	28 28	37,8 38,3
7.	700	62	0,34	1,027	M. 64 A. 80	28 28	37,3 37,7
8.	1250	57,5	0,50	1,024	M. 76 A. 66	28 18	37,8 37,3
9.	500	23,5	1	1,026	M. 60 A. 64	18 18	37,2 37,2
10.	1030	47,38	3,09	1,024	M. 56 A. 56	18 21	37,5 37,5
12.	800	36,40	0,80	1,027	M. 56 A. 60	21 21	37,3 37,3
13.	450	20,7	1,80	1,028	M. 56 A. 48	21 21	37,4 37,2
			Mann von 34 Jahren.				
8.	600	29,40	0,240	1,019	M. 80 A. 78	24 24	38 38,9
			Mann von 22 Jahren.				
9.	550	19,525	0,33	1,016	M. 92 A. 96	28 36	37,8 39,4
11.	850	20,4	0,34	1,022	M. 84 A. 96	28 36	38,1 40,2
17.	1000	28	2,6	1,021	M. 84 A. 76	24 24	37,4 37,4
			Mann von 18 Jahren.				
10.	300	15	0,6	1,022	M. 84 A. 80	28 24	37,2 36,8
13.	450	17,1	0,09	1,021	M. 76 A. 76	28 24	37,1 37,9
			Mann von 24 Jahren.				
6.	1300	44,85	0,78	1,018	M. 76 A. 66	18 18	37,5 37,5

Schlussfolgerungen.

1) Die physikalische Untersuchung ist ein wesentliches Unterstützungsmittel der Diagnose, vermag jedoch in manchen Fällen innerhalb der ersten 24—48 Stunden keine Entscheidung zu geben.

2) Es giebt gewisse Erscheinungen im Verlaufe der Pneumonie, welche constant und an bestimmten Tagen eine günstige Entscheidung der Krankheit einleiten, und dahin gehört auch der Herpes facialis (labialis, nasalis).

3) Eine constante Erscheinung ist die Verminderung der Chloride im Harn während der Dauer des Fiebers und der Exsudation, Vermehrung derselben während der Resorption.

4) Die in den ersten Tagen der Krankheit geringe Ausscheidung von Harnstoff erreicht ihr Maximum am 6. Tage.

5) Die Temperaturverminderung leitet die Abnahme der Pulsfrequenz ein.

6) Der aussetzende Puls zeigt die bevorstehende Pulsverlangsamung an, am sichersten dann, wenn zugleich die Temperatur sich vermindert.

7) Einige der beobachteten Fälle sprechen für den centralen Ursprung der doppelseitigen Pneumonie.

8) Die Pulsverlangsamung bis unter die Norm ist eine constante Erscheinung in der Reconvalescenz der Pneumonie.

9) Als leitende Momente der Behandlung der Pneumonie gelten nächst dem Stadium, in welchem sie zur Behandlung kommt, Intensität und Charakter des Fiebers, Alter und Constitution.

10) Die Blutentziehung bewährt sich in einer grossen Anzahl von Fällen nützlich, indem sie die Acuität der örtlichen und allgemeinen Erscheinungen vermindert, und dem Kranken subjective Erleichterung verschafft.

11) Es giebt viele Fälle, bei welchen die Blutentziehung nicht blos überflüssig, sondern auch schädlich ist.

12) Die Venaesection kann in der Pneumonie eine Indicatio urgens erfüllen, vermag übrigens den Verlauf weder merklich zu verkürzen, noch die Reconvalescenz zu protrahiren.

13) Unzweifelhaft können selbst schwere Pneumonien bei ganz indifferenter Behandlung und Abhaltung aller Schädlichkeiten günstig verlaufen, ein Umstand, der der Homöopathie sehr zu Statten kommt.

Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung.

Von

Dr. **Wilhelm Wundt.**

Erste Abhandlung.

Ueber den Gefühlssinn, mit besonderer Rücksicht auf dessen räumliche Wahrnehmungen.

1. Die Physiologie des Tastsinnes in geschichtlicher Uebersicht.

Die Physiologie des Tastsinnes, die mit den Untersuchungen E. H. Weber's[1]) beginnt und in ihnen immer ihre vorzüglichste experimentelle Grundlage finden wird, hat durch ihre Resultate und namentlich durch die besondere Deutung, die denselben gegeben wurde, auf die allgemeine Physiologie des Nervensystems einen sehr bedeutenden Einfluss geäussert.

Dieser Einfluss lässt sich in der Nervenphysiologie der letzten Decennien nicht verkennen, er ist bestimmend gewesen für die Construction der Grundanschauungen, auf denen ihr ganzes Gebäude beruht. — Ihren vollendetsten Ausdruck hat die Nervenphysik dieser Zeit in der Darstellung von Joh. Müller erhalten[2]). Die Müller'sche Nervenphysik war eine grosse That, sie machte zuerst diesen Theil der Physiologie aus einer Aufzählung unzusammenhängender Thatsachen zu einer wohlgegliederten, auf einfache Grundsätze errichteten Wissenschaft. Wir werden ihr daher immer, auch wenn wir jetzt schon ihren Standpunkt vielleicht als einen überwundenen bezeichnen dürfen, die höchste Bedeutung in der Geschichte unserer Wissenschaft zugestehn.

---

[1]) Annotationes anatomicae. Fasc. III. Lips. 1851. — Art. Tastsinn in Wagner's Handwörterb. d. Physiologie, Bd. III. Abth. 2. Braunschweig 1846. — Berichte über die Verhandlungen der kgl. sächs. Ges. der Wissensch. zu Leipzig, Jahrg. 1847, 1848 und 1852.

[2]) Handbuch der Physiologie, Bd. I. Buch 3 und Bd. II. Buch 5.

Eine für diejenigen Sinne, die ihre Wahrnehmungen in räumliche Schemen zu bringen pflegen, besonders wichtige Hypothese, auf die noch heute von manchen Physiologen grosser Werth gelegt wird, ist die, dass der Anordnung der peripherischen Nervenenden eine gleiche oder analoge Anordnung der centralen Nervenenden entspreche, dass also bei jeder Sinneserregung gewissermaassen ein Abbild des empfundenen Objektes im Gehirne geweckt werde.

Diese Hypothese wurde von E. H. Weber zuerst ausgesprochen, und sie bildet die Grundlage der Theorie der Sinneswahrnehmung, wie sie noch jetzt von den meisten Physiologen aufgestellt zu werden pflegt. So sagt J. Müller: „Jeder Punkt, in welchem eine Nervenfaser endet, wird im Sensorium als Raumtheilchen repräsentirt;“ und diese Einrichtung ist ihm eine von vornherein mit der Einrichtung des Gehirnes gegebene; die Sinnesnerven werden dadurch zur Raumanschauung geschickt, dass sie ihre eigene Ausbreitung im Raume empfinden, daher die räumliche Wahrnehmung eine um so feinere ist, je mehr der Bau des Sinnesorganes zur Perception sich eignet; desshalb unterscheidet die Netzhaut des Auges so überaus fein räumliche Entfernungen, und „die Durchdringung ganzer Gliedmaassen, ja der meisten Theile unseres Körpers durch Gefühlsnerven macht es dem Gefühlssinn möglich, die Raumausdehnung unseres eigenen Körpers in allen Dimensionen zu unterscheiden, — auch bei dem Conflikt unseres Körpers mit andern kann, wenn der Stoss stark genug ist, die Empfindung bis zu einer gewissen Tiefe unseres Körpers erregt werden, und es entsteht die Empfindung der Contusion in allen Dimensionen des Cubus.“ — So wird Müller durch die consequente Ausführung jener Grundhypothese schliesslich zu der Annahme geführt, dass nicht nur die Kenntniss der dritten Dimension des Raumes, sondern sogar die Kenntniss des eigenen Leibes auf einer ursprünglichen Anlage beruhe. Ja, die Consequenz geht noch weiter: da alle Sinnesnerven räumlich sich ausbreiten, so muss er nicht nur dem Gefühls-[1]- und Gesichtssinne, sondern auch dem Geschmack und Geruch, ein räum-

---

[1]) Wir möchten mit J. Müller den Ausdruck Gefühlssinn statt des neuerdings öfter gebrauchten Tastsinn im Allgemeinen desshalb vorziehen, weil das Tasten immer eine Aktivität, ein Aufsuchen des wahrzunehmenden Objektes mittelst des in Bewegung gesetzten Sinnesorgans mitbezeichnet. Der Ausdruck Tastsinn ist daher entweder zu eng oder zu weit. In der engsten Bedeutung des Wortes sind nur die Hände Tastorgane, und in seiner weitesten Bedeutung kann jedes Sinneswerkzeug ein Tastwerkzeug sein.

Hohes Vorstellungsvermögen, wenn auch in geringerem Grade, zuschreiben, nur „dem Gehörsinn geht die Empfindung des Räumlichen fast ganz ab, weil er eben seine eigene Ausbreitung im Raume nicht empfindet.“

Diese Ansichten sind, wenn sie auch nicht immer mit solcher Consequenz durchgeführt werden, doch in ihren wesentlichen Grundzügen noch heute bei den meisten Physiologen zu finden. — E. H. Weber selbst ist zu seiner Hypothese, die den Ausgangspunkt dieser Lehre bildet, nicht auf theoretischem Wege, sondern, wie bereits erwähnt, durch seine Versuche über den Tastsinn geführt worden. Schon im Jahre 1829 machte er die Entdeckung, dass zwei Eindrücke (z. B. von zwei stumpfen Cirkelspitzen) auf der Haut nur dann von einander unterschieden, also deutlich als zwei gefühlt werden, wenn ein bestimmter Zwischenraum zwischen denselben befindlich ist. Die Grösse des Abstandes der Cirkelspitzen, die erforderlich ist, um ihre Eindrücke deutlich von einander zu unterscheiden, ist an den einzelnen Körperstellen äusserst verschieden, sie variirt zwischen $^1/_2$ Par. Lin. (an der Zungenspitze) und 30 Par. Lin. (am Rücken). Diese Entfernung giebt unmittelbar ein Maass ab für die Feinheit des Raumsinns der Haut; die Zungenspitze hat also z. B. einen 60 mal feineren Raumsinn als der Rücken. Bei verschiedenen Individuen ist zwar die Unterscheidungsfähigkeit etwas verschieden, doch bleibt ihr relatives Verhältniss an den verschiedenen Gegenden des Körpers bei dem Einzelnen ziemlich constant. — Eine zweite, übrigens weniger sichere und genaue Methode, die Weber anwandte, um die Feinheit des Raumsinnes zu bestimmen, bestand darin, dass er die Haut eines Menschen berührte und dann von demselben den Ort der Berührung bestimmen liess. Dies ist niemals mit völliger Genauigkeit möglich, und es ist klar, dass in diesem Fall die Grösse des Irrthums der Schärfe des Raumsinns an der betreffenden Stelle umgekehrt proportional ist.

Dies sind im Wesentlichen die Grundzüge der Weber'schen Versuchsreihe über den Raumsinn der Haut. Zwei andere Versuchsreihen beschäftigen sich mit der Messung der Feinheit ihres Unterscheidungsvermögens für Druck- und Temperaturunterschiede. Hier ergab sich das wichtige Resultat, dass, während die Fähigkeit der räumlichen Unterscheidung in den verschiedenen Theilen der Haut so bedeutend variirt, dies mit der Druck- und Temperaturunterscheidung bei weitem nicht in gleichem Grade der Fall ist. Während z. B. die Feinheit des Raumsinns an den Fingern und an der

Mitte des Unterarms sich ungefähr wie 9:1 verhält, verhält sich das Vermögen Gewichte zu unterscheiden an denselben Theilen nahezu wie 7:6. Uebrigens folgen sich die einzelnen Hautstellen in Hinsicht der Ausbildung beider Vermögen ungefähr in derselben Ordnung. Dies ist nicht der Fall rücksichtlich der Wahrnehmung von Temperaturunterschieden. Die Hände z. B., für die Raumunterscheidung die feinsten Tastorgane, sind für Temperaturunterscheidungen nicht so geschickt wie die Stirn, der Rücken und andere Theile; doch sind die Unterschiede auch hier überall sehr gering, fast an jeder Hautstelle lassen sich Temperaturdifferenzen von $^2/_5$ — $^1/_5$ ^{0} R. noch deutlich erkennen.

Durch diese theils örtliche theils blos graduelle Verschiedenheit in der Fähigkeit der Haut für Unterscheidung von räumlichen Distanzen, Gewichts- und Temperaturunterschieden wurde Weber veranlasst, jede derselben als besonderen Sinn zu bezeichnen, und er unterschied hiernach einen Ortsinn, Drucksinn, und Temperatursinn derselben; hieran knüpfte sich weiterhin die Vermuthung, dass für jeden dieser Sinne besondere Einrichtungen, besondere Sinnesorgane vorhanden seien. Namentlich forderte er solche besondere Organe für den Ortsinn, ob dagegen die nämlichen Einrichtungen, welche die Empfindungen des Drucks möglich machten, auch die Empfindungen von Wärme und Kälte vermittelten oder nicht, schien ihm noch ungewiss.

Ueber die Beschaffenheit dieser Sinnesorgane stellte Weber keine weiteren Vermuthungen auf, nur rücksichtlich der Verknüpfung der für den Ortssinn bestimmten Sinneswerkzeuge mit dem Sensorium glaubte er theils auf seine eigenen Versuche, theils auf die Thatsache des isolirten Verlaufs der einzelnen Nervenfasern den Schluss bauen zu dürfen: „dass, wenn zwei sonst gleiche Eindrücke denselben elementaren Nervenfaden an verschiedenen Orten treffen, nicht zwei Empfindungen entstehen, sondern nur eine;" hierauf gründet sich weiter die Vermuthung, „dass die Haut in kleine Empfindungskreise getheilt sei, d. h. in kleine Abtheilungen, von welchen jede ihre Empfindlichkeit einem elementaren Nervenfaden verdankt;" — „durch den langen Gebrauch und die oft wiederholte Bewegung unserer mit Tastsinn begabten Glieder haben wir ein dunkles Bewusstsein von der Zahl und Lage unserer Empfindungskreise bekommen; je mehr Empfindungskreise zwischen den uns berührenden Cirkelspitzen liegen, desto weiter scheinen uns diese Spitzen von einander entfernt zu sein, und umgekehrt." (Art. Tastsinn S. 526—528).

Es erhellt aus dem letzteren Satze, dass Weber mit der Annahme der bestimmt abgegrenzten Empfindungskreise und der ihnen entsprechenden Anordnung der centralen Nervenenden im Gehirn die Erklärung noch nicht erschöpft zu haben glaubte, sondern dass er zugleich der Erfahrung einen wichtigen Einfluss zugestand. Empfindungen an und für sich „bringen," wie er sich ausdrückt, „unmittelbar keine räumlichen Verhältnisse zu unserm Bewusstsein, sondern nur mittelbar, durch die Anregung einer Thätigkeit unserer Seele, mittelst deren wir uns die Empfindungen vorstellen und in Zusammenhang bringen, und zu welcher wir durch eine angeborene Seelenanlage oder Seelenkraft angetrieben werden." (A. a. O. S. 486). Dies muss um so mehr hervorgehoben werden, da man diesen Sätzen häufig nicht den gehörigen Werth beigelegt und das Erfahrungsmoment, das Weber hiernach, wenn auch in beschränktem Grade, noch zur Erklärung herbeizog, vollständig übersehen zu haben scheint, indem man die Hypothese der Empfindungskreise und ihrer Repräsentation im Gehirn an und für sich schon für genügend hielt.

Aber auch in der Weise, wie sie von Weber versucht worden war, konnte die. Deutung der Thatsachen nicht verfehlen sehr bald Gegner zu erwecken, da in der That mehrere anatomische und physiologische Beobachtungen mit der Annahme abgeschlossener Empfindungskreise nicht in Einklang zu stehen schienen. Die Einwände gegen die Weber'sche Theorie, die zunächst von Kölliker (Mikroskop. Anatomie, Bd. II. S. 39) und Lotze (Med. Psychologie, S. 402) vorgebracht wurden, sind folgende:

1) Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass nirgends an unserm Körper Flächen von 12—30''' Durchmesser von nur einer einzigen Nervenfaser versorgt werden, wie dies nothwendig wäre, wenn man sich eine räumliche Unterscheidung an die Erregung verschiedener Fasern gebunden dächte;

2) Wenn man die Cirkelspitze nach verschiedenen Richtungen auf der Haut herumführt, ohne die Grenzen eines Empfindungskreises zu verlassen, so dürfte nicht, wie dies der Fall ist, die Wahrnehmung einer Bewegung entstehen, sondern Alles müsste sich verhalten, als würde beständig derselbe Punkt erregt;

3) An der Grenze zweier Empfindungskreise müssten schon bei einem unendlich kleinen Abstand die Cirkelspitzen deutlich als zwei unterschieden werden, mit andern Worten: jeder Empfindungskreis wäre von einer schmalen Linie der

schärfsten Unterscheidungsfähigkeit umzogen. Eine solche Linie wäre namentlich z. B. die ganze Mittellinie des Körpers, da sich in beiden Körperhälften alle Nerven symmetrisch verbreiten. — Eine weitere hieran sich anschliessende Folgerung ist diese: beständen abgeschlossene Empfindungskreise, so müsste die Grösse derselben sehr leicht sich bestimmen lassen, wenn man mit einer kleinen Cirkelöffnung die Haut nach verschiedenen Richtungen hin untersuchte, überall, wo plötzlich die verschmolzenen Empfindungen aus einander träten, wäre die Grenze eines Empfindungskreises; nun kann man aber sehr grosse Hautstrecken, ja, bei hinreichend kleiner Entfernung der Cirkelspitzen, die ganze Körperoberfläche in dieser Weise untersuchen, ohne zwei Empfindungen zu erhalten, es wäre also am Ende die ganze Haut nur ein grosser Empfindungskreis.

Diese Einwendungen waren vielleicht zum Theil aus einem Missverständniss der Weber'schen Ansicht hervorgegangen, denn es beruhen dieselben auf der Voraussetzung, diese Ansicht fordere überhaupt nur die Berührung zweier verschiedener Empfindungskreise zur gesonderten Wahrnehmung; nun macht aber Weber schon in seiner Abhandlung über den Tastsinn in Wagner's Handwörterb. S. 527 gelegentlich die Bemerkung: „damit zwei gleichzeitige auf die Haut gemachte Eindrücke örtlich als zwei in einem gewissen Abstand von einander liegende Eindrücke unterschieden werden können, scheint erforderlich zu sein, dass die Eindrücke nicht nur auf zwei verschiedene Empfindungskreise gemacht werden, sondern auch, dass zwischen diesen noch ein Empfindungskreis oder mehrere Empfindungskreise liegen, auf welche kein Eindruck gemacht wird." — Da aber dies die einzige Bemerkung ist, die in dieser Hinsicht in der ganzen Abhandlung sich findet, und da dieselbe überdies ohne weitere Begründung hingestellt wurde, so ist jenes Missverständniss wohl erklärlich und verzeihlich, um so mehr als Weber an andern Stellen mehrfach davon spricht, dass immer nur eine Nervenfaser eine einfache Empfindung vermitteln könne, und dass daher ein Empfindungskreis von je einer Primitivfaser versorgt werde.

Durch jene Einwürfe hat sich jedoch Weber, wie es scheint, veranlasst gesehen, in seiner neuesten vortrefflichen Abhandlung über diesen Gegenstand, die sich speciell mit dem Raumsinn der Haut beschäftigt, auf seine frühere gelegentliche Bemerkung mehr Gewicht zu legen. Theils hierdurch theils durch die genauere Beleuchtung mehrerer anderer

Punkte hat nun die Theorie der Empfindungskreise eine wesentlich neue Gestalt erhalten. Sie lässt sich jetzt in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Es scheint für gewisse Sinnesorgane nicht gleichgültig zu sein, in welcher Ordnung sich die Nerven an der Peripherie und in den Centralorganen endigen, „und es ist sehr wahrscheinlich, dass der Anordnung der Fäden mancher Nerven an der Peripherie eine gewisse Anordnung derselben im Gehirn entspreche, wenn sie auch nicht dieselbe ist.“

2) Das Tastorgan „ist so beschaffen, dass sich auf ihm Gestalten, Entfernungen und Bewegungen der wahrzunehmenden Körper gleichsam abbilden können.“

3) Hierzu ist nothwendig, dass die Haut eine Mosaik von Empfindungskreisen (die übrigens an verschiedenen Hautstellen eine verschiedene Grösse und Gestalt haben) sei, „von welchen jeder seine eigenthümliche Empfindlichkeit hat, vermöge welcher zwei Einwirkungen auf zwei Theile dieser Mosaik stets zwei verschiedene Empfindungen hervorbringen, welche nicht in Eine verschmelzen, auch dann, wenn jene Einwirkungen übrigens ganz gleich sind.“

4) „Die Verschiedenheit der Empfindungen auf benachbarten Empfindungskreisen ist zwar äusserst gering, aber bis zu einer gewissen Grenze hin wächst sie mit der Zahl der specifisch empfindlichen Empfindungskreise, die zwischen den berührten Theilen der Haut liegen.“

5) Die Ursache dieser specifischen Empfindlichkeit der Empfindungskreise liegt nicht in einer verschiedenen Organisation derselben, sondern in ihrem verschiedenen Reichthum an Empfindungsnerven.

6) Während die Feinheit des Raumsinns abhängt von der Zahl der P r i m i t i v f a s e r n in einem gegebenen Hautstück, scheint die Schärfe des Druck- und Temperatursinns abhängig zu sein von der Zahl der N e r v e n e n d e n, gleichgültig ob dieselben aus vielen oder wenigen Primitivfasern durch Theilung hervorgehen; hieraus erklärt es sich, dass der Raumsinn so verschieden, der Druck und Temperatursinn dagegen sehr gleichmässig auf der ganzen Hautfläche ausgebildet ist. Die zahlreichen Nervenenden, welche Aeste von Elementarfäden sind, können also wohl Empfindungen, aber n i c h t v o n e i n a n d e r u n t e r s c h e i d b a r e Empfindungen hervorbringen; hieraus erklärt es sich zugleich, dass j e d e r Punkt unserer Haut empfindlich ist.

7) Setzen wir, es würden auf zwei benachbarte Empfindungskreise zwei Eindrücke hervorgebracht, so würden diese in Einen

Eindruck zusammenfliessen müssen, denn wir nehmen keinen Zwischenraum zwischen ihnen wahr. Um einen solchen wahrzunehmen, müsste wenigstens ein Empfindungskreis zwischen den berührten Empfindungskreisen liegen, auf dem wir daselbst den Eindruck vermissten, den wir sonst dort zu empfangen und zu empfinden gewohnt wären; denn gerade der Umstand, dass wir auf den Empfindungskreisen, welche zwischen zwei berührten Theilen der Haut liegen und auf denen wir oft Eindrücke empfunden haben, einen Mangel der Empfindung wahrnehmen oder daselbst Empfindungen von anderer Art erhalten, erweckt in uns die Vorstellung von einem Zwischenraume." — „Da nun aber ein Zwischenraum, der nur aus einem einzigen Raumelemente bestände, verschwindend klein sein würde, so kann man annehmen, dass mehrere unberührte Empfindungskreise zwischen den berührten Empfindungskreisen liegen müssen, damit man einen deutlich wahrnehmbaren Zwischenraum zwischen den berührten Theil der Haut wahrnehme."

8) „Die dunkle Erinnerung, wie viel unberührte Empfindungskreise (auf welchen wir schon oft Empfindungen gehabt haben) zwischen den berührten Empfindungskreisen der Haut liegen, erweckt in uns die Vorstellung von einem Zwischenraume, der uns um so grösser zu sein scheint, je mehr unberührte Empfindungskreise von dem Cirkel überspannt werden."

9) Den Ort, an dem wir berührt werden, lernen wir wahrscheinlich erst durch Erfahrung bestimmen, durch Erfahrung lernen wir daher auch erst die Lage unserer Empfindungskreise kennen.

Hervorzuheben ist, dass Weber in dieser Arbeit von aufzufindenden besonderen Sinnesorganen für Raum-, Druck- und Temperatursinn nicht mehr spricht; wesentlich neu in dieser Theorie ist hingegen die Ableitung der Feinheit der letzteren Sinne aus der Zahl der Nervenenden im Gegensatz zur Ableitung der Feinheit des Raumsinnes aus der Zahl der Primitivfasern, die schon in der früheren Theorie enthalten war. Von den übrigen Punkten sind mehrere in dieser wohl schon angedeutet, treten aber so zurück, dass sie leicht übersehen werden konnten, während in der neuen Theorie auf sie ein Hauptgewicht gelegt wird. Dies gilt namentlich von den Punkten 4, 7 und 8, wornach immer ein Ueberspannen mehrerer Empfindungskreise zur Unterscheidung distinkter Empfindungen nothwendig ist, und wornach die Wahrnehmung des Zwischenraums gerade durch das Nichtempfinden ihrer Lage nach bekannter Empfindungskreise möglich wird.

Halten wir nun der so wesentlich geänderten Theorie die gegen sie in ihrer ursprünglichen Gestalt gemachten Einwürfe wieder entgegen, so lässt sich, so sehr wir auch dort ihre Berechtigung anerkennen mussten, nicht leugnen, dass sie wenigstens in der Fassung, in der sie aufgestellt wurden, gegen diese neue Deutung der Thatsachen nicht mehr aufrecht erhalten werden können.

Während in der angegebenen Weise der Physiolog, gestützt auf das Experiment und auf die anatomische Untersuchung, und darum vielleicht geneigt namentlich auf die Resultate der letzteren einen allzugrossen Werth zu legen, seine Hypothese mehr und mehr vervollkommnete, bis aus ihr alle Versuchsergebnisse hinreichend ableitbar zu sein schienen, wurde derselbe Gegenstand ziemlich unabhängig und von ganz andern Gesichtspunkten ausgehend, in mancher Hinsicht freilich nicht minder einseitig, von psychologischer Seite aus bearbeitet. Doch hat erst die neueste Zeit in dieser Richtung einige bemerkenswerthe und eingehendere Untersuchungen gebracht. Waitz[1]) hat vor Allen das Verdienst, unsern Gegenstand einer gründlichen Erörterung unterworfen zu haben. Seine Betrachtungen gehen zunächst aus von der Erklärung der Raumanschauung. Er nimmt diese nicht, wie Weber und die meisten Physiologen, die noch an der Kant'schen. Kategorienlehre festhalten, für eine gegebene Disposition unserer Seele, gleichsam für das Schema, in das wir alle Gesichts- und Tastvorstellungen eintragen, sondern er sucht sie herzuleiten aus der Beschaffenheit dieser Sinne selber. Er geht zu diesem Zweck zurück auf die Hypothese der Einheit und Einfachheit der Seele, die er an die Spitze aller seiner Untersuchungen stellt, und aus ihr zieht er folgende Schlüsse: „Werden einem Sinne zwei verschiedene Empfindungen gleichzeitig gegeben, die als Empfindungen wegen der Construction des Organs gesondert bleiben müssen, so können sie zunächst von der Seele nur verworren aufgefasst werden. Diese Verworrenheit muss aber abnehmen oder wenigstens theilweise weichen, wenn die Empfindungen einzeln genommen schon öfters mit Klarheit percipirt worden sind, so dass sich eine qualitativ bestimmte Vorstellung ihnen entsprechend gebildet und hinreichend befestigt hat. Die beiden Empfindungsreize können alsdann in der Perception nicht mehr zusammengehn in ein einziges Quale, das nur dunkel und unbestimmt aufgefasst wurde, da das Quale einer

[1]) Lehrbuch der Psychologie als Naturwissenschaft. Braunschweig. 1849.

jeden von dem einzelnen Akte der Wahrnehmung bereits unabhängig und zu einem festen Besitz der Seele geworden ist." Es werden daher beide Vorstellungen sich fortwährend die Perception streitig machen, „und es wird bald die eine bald die andere allein wirklich in der Seele auftreten. Dieser Streit selbst aber muss erscheinen als nicht entsprechend dem, was durch die sinnliche Empfindung in jedem Augenblick von Neuem gegeben wird." — „Dieser Streit kann daher nicht dauern, sondern bedarf nothwendig einer Ausgleichung, da das durch ihn entstehende blos successive Vorstellen der verschiedenen Empfindungen der Art, wie diese selbst gegeben sind, durchaus widerspricht. Die Nöthigung zu dieser Ausgleichung ist die Nöthigung, die beiden Empfindungen als gleichzeitige bestehen zu lassen und als gleichzeitig bestehend aufzufassen, obgleich die Seele als eine reine Einheit dies vollkommen zu leisten nicht im Stande ist. Das Wesen der Seele widerspricht der gleichzeitigen Auffassung eines Mannigfaltigen, und gerade das Unvermögen zu dieser ist es, durch welche sie gezwungen wird, das Mannigfaltige, das ihr zugleich gegeben wird, neben einander zu setzen. Hierin liegt der Ursprung der Raumvorstellungen."

Hieraus erklärt Waitz zugleich das Projiciren der Sinneswahrnehmungen. „Denn da es der Natur der Seele widerstrebt ein Mannigfaltiges simultan aufzufassen, sie sich aber gleichwohl in jenem Falle genöthigt findet, es neben einander bestehen zu lassen, so kann dasselbe ihr nicht mehr in der Form erscheinen, in welcher dem Wesen der Seele gemäss alle ihre Thätigkeiten und Zustände auftreten müssen, als rein intensive Qualitäten, es kann sich ihr nicht mehr darstellen als in ihr selbst sich ereignend, sondern es muss ihr als von ihr unabhängig gegenüberstehen, als ein Fremdes, Extensives, dessen adäquate (vollkommen genaue) Auffassung sie ihrem rein intensiven Wesen nach nie vollkommen zu Stande zu bringen vermag." (A. a. O. §. 18). — Die Bestimmung des Ortes der Empfindung geschieht durch combinirten Gebrauch des Gesichts- und Tastsinns, durch ihn wird immer die Gesichtsvorstellung a mit der Tastvorstellung a' auf's engste verknüpft und auf sie bezogen (identificirende Wahrnehmung von Gesicht und Tastsinn). —

Dass zwei die Haut berührende Körper getrennt unterschieden werden, soll also lediglich darauf beruhen, dass beide fortwährend die Perception sich streitig machen. Eine Unterscheidung verschiedener Eindrücke soll ferner nur stattfinden, erstens wenn die einzelnen Reize verschieden von einander

sind, denn „viele völlig gleichartige Affektionen, wie z. B. bei einem gleichmässigen Druck auf eine empfindende Fläche, müssen in der Vorstellung vollständig verschmelzen; ein räumliches Nebeneinander entsteht erst dann, wenn entweder qualitativ oder graduell verschiedene Empfindungen gleichzeitig an solchen Stellen des Leibes auftreten, die (durch andere Sinne, namentlich durch das Auge, beim Blinden durch den Muskelsinn) als verschiedene schon bekannt sind;" (§ 27.) zweitens bedingt die Grenze der Unterscheidungsfähigkeit des Sinnesorgans eine Einschränkung. — Ueber den Grund, warum es eine solche Grenze der Unterscheidungsfähigkeit giebt, warum die zwei Cirkelspitzen als zwei nur bei einer für jede Hautstelle bestimmten Entfernung unterschieden werden — was für uns am meisten von Interesse wäre — darüber hat Waitz nichts bemerkt. Ueberdies müssen wir hier sogleich darauf aufmerksam machen, dass die Behauptung, gleichartige Eindrücke, die verschiedene Hautstellen treffen, müssten in der Perception verschmelzen, offenbar durch den Versuch widerlegt wird: wenn wir die zwei Cirkelspitzen noch so gleichmässig aufsetzen, so gelingt uns ihre räumliche Unterscheidung um nichts schlechter, als wenn wir die eine stärker, die andere schwächer an die Haut andrücken.

Von einem ganz andern Gesichtspunkte geht George[1]) aus, den wir hier weniger desshalb anführen, weil er in das Studium der einzelnen Sinne tiefer eingegangen wäre, als desshalb, weil er einige für die Entstehung der Raumanschauung und die Objektivirung der Sinneswahrnehmungen im Allgemeinen sehr wichtige und zum Theil auch richtige Bemerkungen macht. Ihm ist die eigene Bewegung die Quelle des ganzen objektiven Bewusstseins. So giebt uns z. B. die Haut als Sinn überall nur dasselbe an, „die allgemeine Empfindung in ihren bekannten Modifikationen und die der Wärme und Kälte, das Solide aber als die Grundlage des Gegenständlichen empfinden wir nicht, sondern wir werden uns dessen bewusst als Widerstand gegen unsere eigene Bewegung. Wir strecken die Hand aus und finden eine Schranke, welche die weitere Bewegung hemmt, das nöthigt uns einen festen Gegenstand vorauszusetzen; giebt dann die Masse einem grösseren Drucke nach, so erscheint sie weich, können wir ohne bedeutenden Widerstand in ihr herumfahren, so ist sie flüssig," u. s. w. (A. a. O. S. 235). Lediglich diese Verbindung der Empfindung mit der Bewegung ist die Quelle des objektiven Bewusstseins, und allein dieser

[1]) Lehrbuch der Psychologie. Berlin. 1854. — Die fünf Sinne. Berlin. 1846.

Verbindung verdanken der Tastsinn und das Auge ihre besondere Eigenthümlichkeit, „und andere Sinne können etwas Aehnliches leisten, wenn ihre Organe zur Bewegung vorzugsweise eingerichtet sind,“ wie dies z. B. mit den die Geruchsorgane enthaltenden Fühlern gewisser Insekten zweifelsohne der Fall ist. „Die Vorstellung von einer Aussenwelt wird uns erst gegeben durch die Unterscheidung eines örtlichen Aussereinander, und diese kann uns die Empfindung auf keine Weise geben, die es nur mit momentanen zeitlich wechselnden Gefühlszuständen zu thun hat,“ sondern dies geschieht allein durch die Bewegung und die auf sie sich gründende Reflexion; hierbei bildet das bewusste Subjekt den Ausgangspunkt, das sich selbst unterscheidet „als einen wandelnden Punkt,“ und das, indem es sich eines Gegenstandes bewusst wird, denselben an einen bestimmten, auf sich bezogenen Ort versetzt. Das Bewusstsein selbst ist also zunächst nichts Anderes, als die Feststellung örtlicher Verhältnisse und Beziehungen.

Im Wesentlichen dasselbe ist es, wenn Fortlage[1]) die Raumanschauung als hervorgegangen aus dem Triebe und das Bewusstsein der Körperlichkeit ausser uns aus einer „Triebhemmung“ herleitet; nur ist hier der in der Bewegung sich äussernde Trieb, als der vermeintlich elementarste Seelenprocess, statt der Bewegung selber gesetzt.

Das grösste Verdienst um die Analyse der Sinneswahrnehmungen hat sich von psychologischer Seite Lotze erworben[2]). Von der eigentlichen Erklärung der Raumanschauung sieht Lotze ganz ab. Er sagt: „Für alle unsere physiologischen Betrachtungen reicht die Vorstellung hin, dass die Raumanschauung ein der Natur der Seele ursprünglich und a priori angehöriges Besitzthum sei, das durch äussere Eindrücke nicht erzeugt, sondern nur zu bestimmten Anwendungen provocirt wird.“ Er beschränkt sich hiernach darauf, die Art und Weise klar zu machen, auf welche jene Anwendungen ihrer ursprünglichen Fähigkeit in der Seele geweckt werden. Hier verwahrt er sich zunächst gegen die Auffassungsweise, als ob die regelmässige räumliche Lage der einzelnen afficirten Nervenpunkte schon die Nothwendigkeit einschliesse, dass die Seele auch in ihren Empfindungen die entsprechende Form räumlicher Association wiederhole. Alle Empfindungen werden der Seele nur als eine Summe intensiver Erregungen

---

1) Lehrb. der Psychologie. Leipzig. 1855. Bd. I.

2) Vgl. namentlich dessen medicinische Psychologie. 2. Buch. Cap. 1 u. 4.

überliefert, die keine Andeutung einer räumlichen Ausdehnung oder Lage enthält. „Sollen wir daher eine Anschauung der wirklichen Lage äusserer Objecte gewinnen, so kann es nicht auf dem Wege der Auffassung, sondern auf dem der Wiedererzeugung der Räumlichkeit sein.“ Wenn also zwei benachbarte Objectpunkte durch zwei Nervenerregungen, die sie veranlassen, zur Wahrnehmung gelangen, so ist damit das Bewusstsein ihres räumlichen Nebeneinander noch keineswegs gegeben, und Lotze stellt die Hypothese auf, dass dieses erst durch einen dritten Nervenprocess geschehe, den er mit dem Namen des „Lokalzeichens“ belegt, er bezeichnet dieses demnach „als einen physischen Nervenprocess überhaupt, der sich constant für jede Stelle des Nervensystems mit jenem veränderlichen Nervenprocess (der die rein intensive Erregung vermittelt) associirt.“ Damit dass die einzelnen Lokalzeichen verschieden sind, ist jedoch erst das räumliche Auseinandertreten, noch nicht die Ordnung, die relative Lage der Empfindungen gegeben. Diese erklärt sich nach Lotze erst, wenn man weiterhin die Lokalzeichen als Glieder einer geordneten Reihe betrachtet. — Was die Natur der Lokalzeichen betrifft, so können dieselben entweder bestehen aus einem System von Mitempfindungen, die jeder Stelle eigen sind, oder aus einem System von Bewegungen, die durch den Eintritt des Reizes entweder hervorgebracht, oder zu denen mindestens eine Tendenz entwickelt würde, und die ähnlich den Reflexbewegungen zu denken wären. Das letztere System hält Lotze für viel vollkommner und giebt ihm desshalb den Vorzug, er sucht auch daraus die Entstehung des Sehfeldes zu erklären. Bei der speciellen Betrachtung des Tastsinns bleibt er aber dieser ursprünglichen Hypothese nicht treu, sondern er zieht hier jenes System von Mitempfindungen herbei. Er glaubt hier alle Erfahrungen befriedigend nach dem Satze deuten zu können, „dass zwei Empfindungen um so deutlicher geschieden werden, je differenter, um so undeutlicher, je identischer ihr qualitativer Inhalt sammt den Lokalgefühlen ist, die sich an ihn knüpfen.“ Diese Lokalgefühle erklärt er nun hauptsächlich aus der Verbreitung der Reizung auf benachbarte Theile und aus der besonderen Färbung, welche diese der Empfindung geben, indem er ausserdem übrigens die Wahrscheinlichkeit anerkennt, dass in der Struktur der Haut selbst, namentlich vielleicht in der verschiedenen Anzahl der Tastorgane, Motive für ein Auseinanderhalten gleicher Eindrücke liegen können. Die Weber'schen Tastversuche sind darnach folgendermaassen zu deuten: „Werden zwei nahe-

liegende Hautpunkte zugleich gereizt, so fallen die Irradiationskreise ihrer Wirkungen grossentheils zusammen und die Möglichkeit, beide Empfindungen zu scheiden, beruht nur noch auf dem Theile ihrer Nebenwirkungen, den jeder für sich ausübt. Auf Hautstrecken, deren Sruktur in grösserer Ausdehnung sehr gleichförmig ist, wie dies auf dem Arme, dem Beine, der Brust, dem Rücken der Fall ist, wird man die Cirkelspitzen weit entfernen müssen, um zwei Punkte zu finden, deren Umgebung hinlänglich different ist, um ihnen die zur Unterscheidung nöthige Verschiedenheit der Nebenempfindungen zu verschaffen . . . . . Tastende Glieder (z. B. die Finger, auch die Lippen) sind daher überall so gebaut, dass ihre einzelnen Hautstellen differente Lagen haben."

Die von Lotze aufgestellten Grundsätze hat Meissner[1]) weiter auszuführen und mit den Ergebnissen der physiologischen und anatomischen Untersuchung in Einklang zu bringen versucht. Den Ausgangspunkt seiner Arbeit bildete die Entdeckung der sogenannten Tastkörperchen, und es ist daher in derselben das Bestreben unverkennbar, diesen Organen ihre Bedeutung als wirkliche Tastorgane zu sichern. — Da nun diese Körperchen nur an der Hand und am Fusse sich finden und doch alle übrigen Hauttheile gleichfalls Empfindungen zu vermitteln vermögen, so wird Meissner hierdurch veranlasst, die einfache Tastempfindung als eine von dem Druckgefühl völlig verschiedene Empfindung hinzustellen, als eine besondere Sinnesempfindung, die desshalb auch besonderer Sinnesorgane, als welche eben die Tastkörperchen betrachtet werden, bedarf. Diese einfache Tastempfindung soll sich nun dadurch characterisiren, dass dabei „nur der Körper als ein ausser uns befindliches Object wahrgenommen wird, ohne jede Druckwahrnehmung." Hiervon sollen sich nun Druck- und Temperaturwahrnehmungen, die in vielen Fällen allerdings mit Tastempfindungen verbunden sind und neben diesen herlaufen, dadurch unterscheiden, dass der Inhalt jener „nicht ein Object ist, nicht der veranlassende Reiz selbst, sondern ein Zustand, welchen der veranlassende Reiz in den Theilen der Haut, auf welche er wirkt, hervorbringt." — Da nun ferner Lotze den vollkommen richtigen (übrigens nicht neuen) psychologischen Satz aufgestellt hat, dass die Empfindungen an und für sich stets als fertige Erscheinungen vor unserm Bewusstsein stehen und als solche

[1]) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig. 1852. — Ztschr. für rat. Med. N. F. Bd. 4. S. 260.

über die sie veranlassenden physischen Vorgänge in der Aussenwelt oder in unserm Nervensystem nichts aussagen, so schliesst Meissner weiter, die Wahrnehmungen des Druckes und der Temperatur seien streng genommen gar keine Empfindungen, sondern Gefühle, „sofern sie sich nicht direct und unmittelbar auf ein Object beziehen, sondern auf einen Zustand des Subjects, unser selbst.“

Es giebt also streng genommen nur Tastempfindungen in der Haut. Druck- und Temperaturempfindungen dagegen machen einen Theil des Gemeingefühls aus und sind daher, in grösserem oder geringerem Grade, immer vorhanden. Während sie also „immer nur ein Plus oder Minus sind, welches an die Stelle eines der Art nach gleichen immer bestehenden Zustandes tritt, setzen die Tastempfindungen, wie alle Sinnesempfindungen, nicht einen solchen bestehenden nur gradweise von ihnen unterschiedenen Zustand voraus; sie sind im Verhältniss zu den beiden Gefühlsarten nicht etwas Relatives, sondern etwas Absolutes; sie sind nicht ein Plus oder Minus, sondern jedes Mal, wenn sie auftreten, etwas Neues, welches an die Stelle von Nichts tritt. — Die einfache Tastempfindung hat immer ein und denselben Inhalt, hat nie Abstufungen; sie kann die manchfachsten Verschiedenheiten nur erlangen durch die sie zu einer complicirten Empfindung ergänzenden Functionen.“ Druck- und Temperaturreize gehören dagegen, so lange sie sich innerhalb bestimmter Grade halten, nur zu den integrirenden Lebensreizen. Da nun diese letzteren zum Zustandekommen aller Functionen und somit auch der Sinnesfunctionen nothwendig sind, so wird weiter gefolgert, „dass Tastempfindungen zu gleicher Zeit mit Druck- und Temperaturgefühlen vermittelt werden können, so lange sich die diese Gefühle veranlassenden Zustände in den Gränzen halten, innerhalb welcher sie noch die Rolle integrirender Reize haben, noch das Gefühl des Wohlbehagens bedingen, nicht solche Veränderungen der Theile zur Folge haben, dass entweder die Sinnesreize nicht mehr zu den erregbaren Nervenenden durchzudringen vermögen, oder diese selbst nicht mehr im Stande sind die entsprechenden Reize aufzunehmen und fortzuleiten.“

Da Druck- und Temperaturgefühle keine eigentlichen Sinnesempfindungen sind, so bedürfen dieselben natürlich auch keiner besonderen Sinnesorgane; die Sinnesorgane, die in der Haut sich finden, die Tastkörperchen, dienen also lediglich dem Tastsinn. Ueber die Schwierigkeit, welche die Annahme, dass der Tastsinn nur an den Händen und Füssen, als den

allein mit Tastkörperchen versehenen Theilen, vorhanden sei, mit sich führt, geht Meissner mit der Bemerkung hinweg, es liege auf der Hand und werde leicht zugegeben, „dass das Tasten mit den Fingern nicht nur ein feineres, sondern überhaupt etwas Anderes sei, als an andern Körpertheilen;“ und der hier ausser der Feinheit der Ortsempfindung stattfindende Unterschied könne in nichts Anderem liegen, „als in der objectiven Wahrnehmung des berührten Gegenstandes unmittelbar als Inhalt der einfachen Tastempfindung, welche nur an der Hand und am Fuss stattfindet und an den übrigen Körpertheilen einigermaassen ersetzt werden kann durch die sich mit andern Gefühlen verbindende erfahrungsgemässe Vorstellung.“

Schliesslich erörtert Meissner noch die Ortsempfindung, d. h. die Wahrnehmung des Ortes wo ein Reiz stattfindet. Diese ist nicht eine besondere Empfindungsart, die wie die Tast-, Druck- und Temperaturempfindung für sich allein auftreten kann, sondern sie ist immer an eine der letzteren geknüpft; hieraus folgt, dass ihre Entstehung nicht abhängt von der eigenen Qualität des Reizes, der eine Hautstelle trifft, sondern „wo auch an der Körperoberfläche ein Reiz stattfindet, wird neben dessen qualitativem Inhalt im Allgemeinen der Ort wahrgenommen, wo der Reiz einwirkt.“ Die Genauigkeit der Ortsempfindung ist nach der Art des einwirkenden Reizes verschieden, sie ist am beträchtlichsten bei der einfachen Tastempfindung und sinkt um so mehr, je mehr mit derselben ein Druck sich verbindet. Zur Erklärung der verschiedenen Genauigkeit der Ortsempfindung an verschiedenen Hauttheilen und namentlich des Verschmelzens zweier gleichartiger Reize zu einer Empfindung hält Meissner die Weber'sche Hypothese nicht für vereinbar mit der Erfahrung; er sagt, von Lotze's Betrachtungen ausgehend: „Raum- und Zahlenverhältnisse sind an und für sich keine Reize, sondern sie müssen erst durch besondere Vorrichtungen zu Reizen umgewandelt werden, um auf die Seele wirken zu können, oder, was dasselbe ist, sie müssen zu einer Qualität des Reizes werden, dessen Lokalität sie zur Wahrnehmung bringen sollen.“ So nimmt er mit Lotze in der Haut ein „abgestuftes System von Lokalzeichen“ an und untersucht nun weiter, „ob die anatomischen Verhältnisse, die Unterschiede der Zahlenverhältnisse der sensibeln Punkte an verschiedenen Hautstellen, wie sie sich wenigstens bei Zählungen der Tastkörperchen herausstellen, einen Zusammenhang zu finden gestatten mit dieser Vorstellung vom Zustandekommen der Ortsunterscheidung zweier Eindrücke;“ er sucht also für

den, lediglich aus physiologischen und psychologischen Voraussetzungen abgeleiteten Begriff des Lokalzeichens eine anatomische Grundlage aufzufinden, oder, um die Sache concreter auszudrücken, er ist jetzt der Frage nach dem Zusammenhang der Tastkörperchen mit der Function des Tastens unmittelbar gegenüber getreten. Diese Frage nun, die in der Weber'schen Theorie, deren Wesen ja gerade in der Forderung besonderer Tastorgane bestand, sehr leicht ihre Antwort gefunden hätte, wird weit misslicher gegenüber der Theorie der Lokalzeichen, die nothwendig auf die Negirung jedes directen Zusammenhanges zwischen Ortswahrnehmungen und anatomischer Anordnung der Nervenelemente führt. Meissner gelangt daher auch zu dem hier einzig noch möglichen Schlusse, es könne der Zusammenhang der Tastkörperchen mit der Ortsempfindung „nicht in irgend einer Beziehung der Organe als solcher zu dieser Function bestehen, sondern nur, so fern die Tastkörperchen sensible Punkte sind, vermitteln sie für die einfachen Tastempfindungen, wie die anderen sensibeln Punkte in der übrigen Haut für die Druck- und Temperaturgefühle, die Lokalzeichen.“ Die Erklärung, wie diese Vermittelung statt hat, baut Meissner auf die Betrachtung, dass jeder Reiz mehrere sensible Punkte, und zwar in verschiedenem Grade treffe, dass mit andern Worten um jeden gereizten Punkt ein Zerstreuungskreis des Reizes sich bilden muss; es ist nun denkbar, „dass vielleicht die Erregung der Punkte, welche dem Zerstreuungs- oder Irradiationskreise eines Reizes angehören, in irgend welcher Weise für die Seele das Lokalzeichen des Reizes ausmacht, dessen eigner qualitativer Inhalt dann durch die Wirkung in gerader Richtung, durch die Erregung der Punkte, welche das Centrum des Irradiationskreises bilden, wahrgenommen würde.“ Er nimmt nun weiter an, dass zur Bildung eines solchen physiologischen Irradiationskreises immer die Erregung einer bestimmten Zahl sensibler Punkte erforderlich sei; dieses vorausgesetzt wird sich dann „ein direkter Zusammenhang zwischen der Zahl der sensibeln Punkte auf einer Hautstrecke von gegebener Grösse und dem Grade der Feinheit der Gliederung der Lokalzeichen, oder der Zahl verschiedener Lokalzeichen, die dort entstehen können, ergeben. Ist die Erregung von a sensiblen Punkten erforderlich, um einen in obigem Sinne als physiologische Einheit functionirenden Irradiationskreis zu bilden, so werden die Irradiationskreise zweier Reize, welche innerhalb einer Hautstrecke erfolgen, wo nur a sensible Punkte sind, aus denselben sensibeln Punkten sich zusammensetzen, und somit

ein und dasselbe Lokalzeichen für beide Reize vermitteln, welche also nicht gesondert werden empfunden werden; sie werden erst gesondert wahrgenommen werden, wenn sie so weit von einander gerückt sind, dass ihre Irradiationskreise sich jeder aus *a* verschiedenen Punkten zusammensetzt, oder vielleicht wenigstens einen Theil der sie bildenden sensibeln Punkte verschieden haben." — Macht man schliesslich noch die Annahme, dass die Zahl der sensibeln Punkte, welche einen Zerstreuungskreis bilden, keine fest bestimmte zu sein braucht, so lassen sich die individuellen Verschiedenheiten und der Einfluss der Uebung hinreichend erklären, „es ist eine Ausbildung der Ortsempfindung in der Weise denkbar, dass es durch Uebung dahin gebracht werden kann, dass schon eine geringere Zahl sensibler Punkte, als gewöhnlich, einen als Lokalzeichen functionirenden Zerstreuungskreis bilden können."

Wir sehen somit Meissner auch bei der Erklärung der Ortsunterscheidung ganz auf die Lotze'schen Ideen wieder zurückkommen; auch dieser hatte das Lokalzeichen in einer Irradiation der Empfindung gesucht, aber in einer Irradiation auf umgebende Theile, die Feinheit der Unterscheidungsfähigkeit musste er daher auf die differente Lage der Tastorgane zurückführen; nach Meissner bildet die Irradiation in der Haut selbst das Lokalzeichen, es ist daher wesentlich der differente Bau des Tastorgans, auf das es ihm ankömmt.

Wir haben bisher zwei Reihen von Ansichten kennen gelernt, die eine von physiologischer Seite ausgehend, die, wenn wir auch in jeder wieder verschiedenen Meinungen begegnen, doch dadurch characterisirt sind, dass dort das Bestreben vorwaltet, aus fixen anatomischen Verhältnissen die Erscheinungen abzuleiten, während hier der Versuch gemacht wird, Alles aus den Eigenthümlichkeiten der Seele selbst zu erklären, und dies ist eben der Punkt, worin beide Ansichten sich schroff gegenüberstehen. Durch Lotze war insofern der erste Schritt zu einer Vermittlung geschehen, als er dem aus psychologischen Gründen Geforderten eine anatomisch-physiologische Basis zu verschaffen suchte, so kam er auf sein System der Lokalzeichen; dieses ursprünglich gleichfalls nur als allgemeine Forderung aufgestellte System haben dann Lotze und Meissner, jeder in etwas verschiedener Weise, näher zu definiren und der Letztere namentlich beim Gefühlssinn objectiv darzustellen gesucht. Dies war ein zweiter Schritt der Annäherung. Der dritte und letzte Schritt ist endlich durch J. Czermak geschehen: er tritt uns mit der ausgesprochenen Tendenz einer

totalen Verschmelzung der beiden scheinbar unversöhnlichen Hypothesen in eine entgegen.

Czermak hat schon früher bei Gelegenheit der Untersuchung der Hautnerven des Frosches [1]), deren Resultate mit der Weber'schen Annahme einer in scharf begrenzten, neben einander liegenden Hautbezirken stattfindenden Endigung der einzelnen Nervenfibrillen nicht übereinstimmten, die Idee ausgesprochen, es könnten sich die Weber'schen Versuche aus einer verschiedenen Verbreitungsweite der Nervenfasern in verschiedenen Hautstellen erklären lassen, wenn man, gestützt auf die Thatsache, dass die Verästelungen der Nerven immer geflechtartig in einander übergreifen, die Annahme mache, dass zwei Eindrücke nur dann räumlich unterscheidbar seien, wenn nicht eine einzige Primitivfaser von beiden zugleich getroffen werde; es würden hiernach die einzelnen Empfindungen überall, wo die Nervenverbreitungen gegenseitig sich theilweise decken, gleichfalls interferiren, in eine räumlich ununterscheidbare Empfindung zusammenfallen.

In ihren Grundzügen nimmt demnach Czermak die Weber'sche Hypothese an, auch er sucht den Grund der Raumanschauung in gegebenen anatomischen Einrichtungen, auch nach ihm entspricht jedes Hauttheilchen einem Theil unseres „inneren Raumbildes;" und diesem Standpunkt ist er auch in seinen späteren ausführlicheren Arbeiten über diesen Gegenstand treu geblieben [2]). — In diesen hat er theils für die Annahme fester Empfindungskreise eine Reihe von Beweisen beizubringen gesucht, theils hat er seine Hypothese über dieselben weiter entwickelt und namentlich gegenüber den Ansichten Lotze's und Meissner's, denen er mehr und mehr sich annähert, auseinandergesetzt.

Für die Annahme fester Empfindungskreise werden folgende experimentelle Beweise angeführt: 1) Kinder haben einen viel feineren Raumsinn als Erwachsene; mit der quadratischen Vergrösserung der Hautoberfläche während des Wachsthums nimmt also die Feinheit des Raumsinns ab; hieraus und aus der Thatsache, dass (nach Harting) die Zahl sämmtlicher Primitivfasern während des Lebens sich nicht ändert, folgt die Existenz von Empfindungsbezirken, deren Grösse zunimmt mit der Vergrösserung der Hautoberfläche.

---

1) Müller's Archiv, 1849. S. 252.

2) Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd. 15. 1855. S. 466 u. Bd. 17. 1855. S. 577. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. Bd. 1. S. 183.

Macht man aber die Annahme, dass die Abnahme der Feinheit des Raumsinnes genau proportional sei der Hautausdehnung, und berechnet man hiernach die Grösse, welche die untersuchten Kinder erreichen müssen, um die Feinheitsgrade ihres Raumsinns so weit abzustumpfen, um die von Weber bestimmten Feinheitsgrade Erwachsener zu bekommen, so erhält man allzu grosse Werthe, d. h. die Kinder würden zu riesigen Dimensionen auswachsen müssen. Hieraus folgert Czermak weiter, dass während des Wachsthums eine Vergrösserung der Empfindungskreise „auch in Folge gewisser für verschiedene Regionen verschieden grosser Veränderungen der unbekannten Einrichtungen der Centralorgane (auf denen der Raumsinn beruht) stattfindet.“ Da jedoch hier Weber's Messungen an Erwachsenen bei der Vergleichung zu Grunde gelegt sind und Czermak selber später beträchtlich kleinere Werthe als Weber für die relative Grösse der Empfindungskreise Erwachsener erhielt (wahrscheinlich wegen der geringeren Breite der gebrauchten Cirkelspitzen), so dass er selbst jenen früheren Resultaten nicht mehr volles Vertrauen schenkt (Moleschott's Unters. I. S. 202 u. 203), so werden wir wenigstens den aus der ohnehin etwas misslichen Rechnung gezogenen Schluss — obgleich ihn Czermak auch für „a priori mehr als wahrscheinlich“ hält — unberücksichtigt lassen und uns mit dem bei der bedeutenden Differenz der durch die Messung an Kindern und an Erwachsenen erhaltenen Werthe nicht zu bezweifelnden, an und für sich schon hinreichend interessanten Ergebniss begnügen, dass die Feinheit der Raumunterscheidung während des Wachsthums geringer wird. — 2) Hautstellen, die (durch die Schwangerschaft oder auf künstlichem Wege) eine beträchtliche Ausdehnung erlitten haben, besitzen einen stumpferen Raumsinn als im unausgedehnten Zustande, dabei nimmt die Feinheit des Raumsinns mit der Grösse der Ausdehnung immer mehr ab, aber erstere minder rasch als die letztere. Dies würde, wenn die Berührungsstellen der Cirkelspitzen punktförmig wären, aus der Annahme fester Empfindungskreise nicht ableitbar sein, sondern dann müssten Zunahme der Ausdehnung und Abnahme des Raumsinns einander vollständig proportional sein; Czermak bemerkt aber, dass die Berührung „stets trichterförmig ist und sich auf diese Art gewissermaassen mit einem Zerstreuungskreise umgibt;“ erwägt man nun, dass auch die Haut des Zerstreuungskreises mit ausgedehnt wird, und dieser, wenn er nach der Dehnung die gleiche Hautfläche einnimmt wie zuvor, nothwendig

aus einer kleineren Hautmasse gebildet wird, indem z. B. nach der gleichmässigen Ausdehnung ein kleiner begrenzender Hautring, der vor der Dehnung zu dem Zerstreuungskreise gehörte, in seine Umgebung übergeht, so leuchtet es alsbald ein, dass wenn vor der Dehnung die Cirkelspitzen so weit von einander entfernt waren, um die Wahrnehmung der zwei Eindrücke zu gestatten, d. h. nach Weber um einen oder einige Empfindungskreise, sie nach der Dehnung, wenn man während derselben um ebenso viel, als sie betrug, die Cirkelspitzen von einander entfernt hätte, unbeschadet der Deutlichkeit dieser Wahrnehmung wieder um etwas sich genähert werden dürften, und zwar genau um die Breite jenes Ringes, der aus dem Zerstreuungskreis in seine Umgebung überging.

Auf die zuletzt erwähnten Versuche hat Czermak den Gedanken einer Messung des Durchmessers der Empfindungskreise gegründet, zwar nicht der absoluten Grösse desselben, wohl aber des kleinsten Grenzwerthes, den er möglicher Weise haben kann. Wäre diese Messung tadelfrei, so wäre damit allerdings „unsere Vorstellung wenigstens nach einer Seite hin limitirt, und man könnte sich die Empfindungskreise nicht mehr (wie Weber sich ausdrückt) so klein denken als man will.“ Aber schon die Voraussetzung, auf der die ganze Rechnung beruht, ist eine unrichtige. Czermak nimmt nämlich an, dass der Unterschied der linearen Hautausdehnung und der Vergrösserung der zur räumlichen Unterscheidung nöthigen Cirkeldistanz unmittelbar den Durchmesser jenes Zerstreuungskreises gebe, der um den Berührungspunkt sich bildet, vorausgesetzt dass dieser Zerstreuungskreis in Folge der Hautausdehnung sich nicht erheblich ändert. Dies ist aber — selbst wenn wir die letztere Annahme, die keineswegs sehr wahrscheinlich ist, zulassen — unrichtig, sondern es könnte hier höchstens die Breite jenes Ringes gemessen werden, der in Folge der Dehnung aus dem Zerstreuungskreis in seine Umgebung übergeht, dieser selbst bliebe dabei natürlich seiner Grösse nach völlig unbekannt. Czermak scheint hierauf selbst schon gekommen zu sein, da er in seiner letzten Arbeit (a. a. O. S. 195) bei Gelegenheit seiner unten noch zu erwähnenden neuesten Messungsmethode bemerkt, das alte Weber'sche Verfahren könne hier nicht zum Ziele führen, weil der Durchmesser des Zerstreuungskreises eine unbekannte Grösse sei. — Aber gesetzt sogar diese Grösse wäre eine bekannte, so könnten wir damit doch noch keineswegs die Richtigkeit der weiteren Rechnung zugeben. Es würde nämlich dann diese Messung in einem einzigen Falle nicht nur einen Grenz-

werth, sondern vollkommen genau die absolute Grösse des Durchmessers der Empfindungskreise ergeben, dies dann, wenn der Durchmesser des Zerstreuungskreises und des Empfindungskreises einander gleich wären, ein Zufall, der vielleicht nie vorkömmt. Wäre der Empfindungskreis grösser, so würde man zu kleine, wäre er kleiner, so würde man zu grosse Werthe erhalten, und nähme man endlich die Empfindungskreise unmessbar klein an, so würde der Fehler dieser Methode unmessbar gross; diese Messungen hindern also gar nicht die Empfindungskreise anzunehmen „so klein als man will."

Später hat Czermak eine zweite Methode zur Bestimmung des Durchmessers der Empfindungskreise angewandt. Es gründet sich dieselbe auf die beiläufige Bemerkung Lotze's, „dass der nach Weber's Verfahren gemessene Raum für ungleichzeitige Eindrücke die Möglichkeit differenter Raumempfindung birgt." Er misst nun den Abstand, welcher nöthig ist, „damit auf einer bestimmten Hautstelle zwei ungleichzeitig erfolgende Eindrücke als räumlich gesonderte Empfindungseinheiten wahrgenommen werden." Wenn man nun erwägt, „dass die physiologischen Irradiationskreise (die von Lotze sogenannten Lokalzeichen) zweier gleichzeitig erfolgenden Eindrücke so lange zu einem verschmelzen und zusammenfliessen, als noch die einander zugekehrten Grenzen der in Betracht kommenden physikalischen Zerstreuungskreise in einander greifen oder noch in einen und denselben Empfindungskreis fallen, während dieses, als Hinderniss sich geltend machende Verschmelzen der Lokalzeichen bei ungleichzeitig erfolgenden Eindrücken — wenigstens im ersten Augenblick der zweiten Berührung — offenbar ganz hinwegfällt, weil es sich hier um eine Vorstellung (nämlich die der ersten, gleichgiltig ob schon aufgehobenen oder noch fortdauernden, Berührung) und eine Empfindung (nämlich die eben entstehende der zweiten Berührung) und deren Vergleichung handelt," — erwägt man dies, so erklärt sich hieraus nicht nur jene auffallende Thatsache, sondern es wird uns zugleich ein Mittel zur directen Messung der Empfindungskreise an die Hand gegeben. Wenn nämlich die Zerstreuungskreise, deren theilweises Ineinandergreifen bei gleichzeitigen Eindrücken diese Messung unmöglich machte, hier nicht mehr diesen störenden Einfluss äussern, so ist es klar, dass die mit den Cirkelspitzen gemachten Eindrücke in ihrer Wirkung als punktförmige betrachtet werden dürfen. Setzt man dann weiter voraus, dass nur ein ganzer Empfindungskreis zwischen den Cirkelspitzen zu liegen brauche, um ihre räumliche Unterscheidung möglich

zu machen, so wird die kleinste Distanz, innerhalb deren zwei ungleichzeitige Eindrücke unterschieden werden, unmittelbar dem Durchmesser eines Empfindungskreises an Grösse gleichkommen[1]). — Hiernach gründet sich auch diese zweite Messungsmethode Czermak's auf zwei keineswegs haltbare Voraussetzungen: erstens auf die Annahme, dass ein zwischen den Eindrücken liegender Empfindungskreis zu ihrer räumlichen Scheidung genüge, eine Annahme, die Weber selbst, wenn er sie je gehabt hat, später hat fallen lassen, und zweitens auf die Voraussetzung, dass ungleichzeitige Eindrücke im strengsten Sinne als punktförmige betrachtet werden dürfen, bei ihnen also die Zerstreuungskreise gar keine Wirkung mehr äussern; in der That aber ist Alles, was über den Einfluss dieser Zerstreuungskreise im einen und ihren Nicht-Einfluss im andern Falle gesagt ist, durchaus hypothetisch.

Noch hat Czermak eine weitere interessante Versuchsreihe, die mit diesen Erörterungen über die Empfindungskreise nicht in Beziehung steht und die eher gegen dieselben einen Grund abgeben dürfte, angestellt, nämlich über die Feinheit des Raumsinns bei Blinden. Den Umstand, dass bei diesen ein allgemein viel schärferer Raumsinn getroffen wird als bei andern Menschen, leitet Czermak selbst aus den Einflüssen der Aufmerksamkeit und Uebung ab, und er räumt damit auch diesen subjectiven Momenten neben den objectiven, im Tastnervensystem und im Hautorgan gelegenen noch ein gewisses Recht ein.

Ausser seinen experimentellen Untersuchungen die nur im Allgemeinen die Hypothese der festen Empfindungskreise befestigen sollen, hat Czermak dieser Hypothese gegenüber den Weber'schen Annahmen eine neue Gestaltung zu geben und sie dabei, wie schon Eingangs bemerkt, namentlich mit der entgegenstehenden Theorie von Lotze und Meissner

---

[1]) Der zur räumlichen Unterscheidung nöthige Abstand D der Cirkelspitzen richtet sich demnach ganz allgemein nach der Formel

$$D = e + 2 H,$$

worin e den Durchmesser eines Empfindungskreises und H den Radius des Zerstreuungskreises bezeichnet. Für den Fall ungleichzeitiger Eindrücke soll nun $H = o$ und folglich $D = e$ sein. Hat man so e bestimmt, und bestimmt man weiter noch den Werth von D für gleichzeitige Eindrücke, so findet sich auch der Radius $H = \frac{D - e}{2}$. Czermak vermuthet weiter, dass die Formel $D = e + 2 H$ streng genommen nur für punktförmige Eindrücke gültig sei, und dass für grössere Berührungsflächen eine andere $D = ne + 2 H'$ an ihre Stelle trete, „ob übrigens der Coefficient n ein ächter oder ein unächter Bruch sein werde, bleibe dahingestellt.“ (!)

in Einklang zu bringen gesucht. — Seine anfängliche gelegentlich ausgesprochene Annahme einer Interferenz der Nervenfasern aufgebend, stellte er die Hypothese einer Interferenz der Empfindungskreise auf. Diese ursprünglich auf anatomische Beobachtungen sich stützende Hypothese entkleidete er im Fortschritt der Untersuchung mehr und mehr aller derartiger Voraussetzungen, bis er endlich in seiner letzten Mittheilung über diesen Gegenstand die Annahmen scharf begrenzt neben einander liegender und vollkommen interferirender Verbreitungsbezirke der Nervenfibrillen für gleich berechtigt aber für gleich unwesentlich zur Deutung der physiologischen Thatsachen erklärte. — Czermak's Definition der Empfindungskreise stimmt anfänglich noch ziemlich mit der Weber'schen überein, abgesehen von den Annahmen des Letztern rücksichtlich der anatomischen Verbreitung der Nervenfibrillen. Er sagt: „Jede einzelne Nervenfibrille hat ein gewisses Verästelungsgebiet in der Haut, und es liegen diese zahllosen Verästelungsgebiete nicht scharf begrenzt neben einander, wie Weber meint, sondern greifen vielfach in einander ein, d. h. sie decken sich zum Theil, so zwar, dass es fast keine Bezirke in der Haut gibt, welche nur von einer einzigen Primitivfibrille versorgt würden, und dass die Haut nirgends von einem Reize getroffen werden kann, er sei noch so fein und beschränkt, ohne dass hierdurch eine Summe von Nervenfibrillen erregt würde.“ Man kann nun überall in der Haut Bezirke von bestimmter Grösse und Gestalt nachweisen, innerhalb derer eine räumliche Trennung zweier Eindrücke nicht mehr möglich ist, „diese Bezirke nenne ich Empfindungskreise. Jede Nervenfibrille gibt nämlich der durch sie vermittelten Empfindung ein besonderes Lokalzeichen mit, das ein Glied eines stetig abgestuften Systems ist, welches System in directer, vorläufig nicht näher erklärbarer Beziehung steht zu den fixen, correspondirenden, geometrischen Verhältnissen des centralen und des peripherischen Nervensystems. — Je weiter im Allgemeinen die Verästelungsgebiete zweier Fibrillen auseinander liegen, desto differenter sind die ihnen eigenthümlichen Lokalzeichen, während Fibrillen, deren Verästelungsgebiete hart aneinander stossen oder gar ineinander übergreifen, fast gleiche oder nur sehr wenig differente Lokalzeichen vermitteln.“ Ausser von den einzelnen Nervenfibrillen soll jedoch die Verschiedenheit der Lokalzeichen auch noch abhängen von unbekannten Einrichtungen der Centralorgane. Die Lokalzeichen der innerhalb eines Empfindungskreises sich verästelnden Nervenfasern sind um so wenig verschieden, dass die

innerhalb desselben erregten Empfindungen „unaufhaltsam in eine räumlich einheitliche Wahrnehmung zusammenfliessen müssen. Jeder Empfindungskreis repräsentirt daher im Sensorium eine zusammengetzte Raumeinheit — ein Raumelement höherer Ordnung;" gegenüber der einzelnen Fibrille, die mit ihrem Lokalzeichen eine einfache Raumeinheit repräsentirt, steht so der ganze Empfindungskreis, und aus den einfachen Lokalzeichen der einzelnen Nervenfibrillen desselben resultirt ein „Lokalzeichen höherer Ordnung," zu dessen Auffassung allein unser Unterscheidungsvermögen hinreicht. Dieses Lokalzeichen höherer Ordnung entspricht dem von Meissner sogenannten „physiologischen Zerstreuungskreis," mit dem Unterschied, dass dasselbe nicht, wie dieser, abhängig gedacht wird von der Zahl der sensibeln Punkte, sondern von der Stellung, welche die Lokalzeichen in ihrem „stetig abgestuften" Systeme einnehmen.

Man sieht, dass die Hypothese in dieser Gestalt noch sehr auf der Annahme einer Interferenz der Nervenfibrillen aufgebaut ist, und sie ist überdies noch vollständig in den Weber'schen Grundanschauungen befangen, denn, wenn sie auch eine Mehrheit von Nervenfasern zur Bildung eines Empfindungskreises zusammentreten lässt, so ist ihr doch die einfache Raumeinheit, die wir — wenn unsere Unterscheidungsfähigkeit nur fein genug wäre — auch als Glied unseres „inneren Raumbildes" wahrnehmen müssten, immer noch repräsentirt durch die einzelne Nervenfibrille. Es geht aber hieraus klar hervor, dass dieses einfache Lokalzeichen bei der eigentlichen Erklärung gar nicht in Betracht kommt und ohne Schaden für dieselbe weggelassen werden kann, in der Wirklichkeit ist ja jenes sogenannte Lokalzeichen höherer Ordnung die einfachste Raumeinheit, die wir kennen, und jede Unterabtheilung, die man an dieser noch anbringt, ist eine willkürliche, die durch die Beobachtung sich weder beweisen noch widerlegen lässt. Offenbar sind daher Czermak's einfache Raumeinheiten ein Ueberbleibsel seiner früheren Hypothese, das in der neuen noch stehen blieb, obgleich es eigentlich nicht mehr hereinpasst.

Später hat jedoch Czermak seiner Hypothese eine allgemeinere Fassung gegeben, durch die namentlich der Begriff des Empfindungskreises ein wesentlich anderer wird. Hier hält er sich von allen anatomischen Voraussetzungen fern und betrachtet einfach die Haut als ein Mosaik sensibler Punkte; jeder dieser Punkte theilt der Erregung eine eigenthümliche Färbung, ein „Lokalzeichen" mit. Bei jedem Eindruck wird

ein Complex sensibler Punkte erregt, und die einzelnen Lokalzeichen derselben setzen sich zu einem Lokalzeichen höherer Ordnung zusammen. Die Lokalzeichen sind um so differenter, je weiter sie von einander liegen, und innerhalb bestimmter Hautbezirke sind sie so unmerklich verschieden, dass darin keine differente Raumvorstellungen zu Stande kommen können, diese Bezirke sind die Empfindungskreise. Die Anordnung der Empfindungskreise in der Haut muss man sich unter dem Bilde von unendlich vielen Kreisen oder Ellipsen denken, welche sich in allen Richtungen interferiren.

Abgesehen von dem Hauptfortschritt dieser Hypothese, der darin besteht, dass statt der einzelnen Nervenfaser der einzelne sensible Hautpunkt als die Raumeinheit repräsentirend gesetzt ist, ist hier noch dem „Lokalzeichen höherer Ordnung“ eine ganz andere Bedeutung beigelegt als früher. Dort war dasselbe das allgemeine Bild, unter dem die feineren, nicht mehr unterscheidbaren Abstufungen aller der Lokalzeichen eines Empfindungskreises sich darstellten; hier ist dasselbe die zusammengefasste Summe der Lokalzeichen sensibler Punkte, die ein Reiz vermöge seiner Ausbreitung trifft; dort war dasselbe nur ein ungenauer Gesammtausdruck für mehrere an Werth nicht viel verschiedene Grössen, hier ist es eine Resultante aus einer Summe gleichzeitig wirksamer Kräfte. Die Gliederung der sogenannten Lokalzeichen wird also hier noch weiter getrieben als früher, denn es wird erstens das Lokalzeichen, das von dem einzelnen erregten Hautpunkte herrührt, zweitens das Lokalzeichen, das durch die Ausbreitung der Erregung bedingt ist und endlich drittens das eigentlich allein der Beobachtung zugängliche Lokalzeichen des Empfindungskreises unterschieden. Eine solche Gliederung ist aber eine durchaus künstliche, namentlich ist die Bedeutung des zweiten Gliedes, das hier Lokalzeichen höherer Ordnung genannt wird, sehr unklar; denn dass keine Berührung im strengsten Sinne punktförmig ist, bedarf an und für sich nicht eines besondern Ausdruckes, und ein solcher wird um so mehr zu vermeiden sein, als ein bestimmter Einfluss der mehr oder minder grossen Ausdehnung der Berührung auf die Wahrnehmung des Orts, wo sie statt hat, der ihn allein rechtfertigen könnte, gar nicht bekannt ist.

2. Die Haut als messendes Sinneswerkzeug.

Die Haut bietet als Sinnesorgan der physiologischen Untersuchung besonders günstige Verhältnisse dar, theils deshalb, weil sie ihrer Lage und Structur nach dem Experiment leicht

und gefahrlos ausgesetzt werden kann, theils deshalb, weil in ihr vermöge ihrer Ausbreitung Alles, was in den übrigen Sinnen auf einen kleinen Raum zusammengedrängt ist, sich weit auseinandergelegt findet. Dies letztere wird namentlich wichtig bei Vergleichung mit demjenigen von den übrigen Sinnesorganen, das gleichfalls einer räumlichen Auffassung fähig ist, mit dem Auge, und es ist in dieser Hinsicht die Untersuchung der Haut ein werthvolles Vorstudium für die viel feineren und schwieriger zugänglichen Verhältnisse des Gesichtssinnes.

Eine nähere Ueberlegung zeigt nun, dass, wenn es sich darum handelt ein Maass aufzustellen für die Feinheit verschiedener Sinne oder eines und desselben Sinnesorganes an verschiedenen Stellen seiner Ausbreitung, nur Gefühls- und Gesichtssinn zu messenden Versuchen geeignet sind, bei allen übrigen Sinnen ist eine Feststellung quantitativer Verhältnisse ihrer Natur nach unmöglich. Beim Geruchs- und Geschmackssinn leuchtet dies von selbst ein; sind wir noch nicht im Stande gewesen, die Objecte dieser Sinne irgend einem Maasse zu unterwerfen, so ist es noch viel weniger möglich mit ihren intensiven Erfolgen, den Geruchs- und Geschmacksperceptionen. Aber auch der Ton, dessen objective Ursache, die Schallwelle, einer Messung zugänglich ist, enthält an und für sich nichts Quantitatives, und es ist erst Sache der Erfahrung und Uebung, das aus dem Object genommene Maass auf die ursprünglich gleichfalls rein intensive Gehörsempfindung zu übertragen.

Selbst Gefühls- und Gesichtssinn lassen ein unmittelbares Maass ihrer Feinheit nur insofern zu, als sie zur Perception räumlicher Verhältnisse geschickt sind. Bei den Empfindungen der Farbe, der Wärme, des Drucks gründet jede quantitative Schätzung sich gleichfalls lediglich auf lang geübte Vergleichungen zwischen den intensiven Sinnesperceptionen und ihren objectiven Ursachen. Dies tritt am deutlichsten hervor bei der Unterscheidung der Farben, denn es lässt sich wohl mit Sicherheit behaupten, dass derjenige, der keine optischen Kenntnisse besitzt, wenn man ihm die Aufgabe stellte, die Farben in eine quantitative Reihe zu ordnen, auf die Reihe des Spectrums zu allerletzt verfallen würde. Aber auch in den Graden der Temperatur und des Drucks können wir zwar mit der Haut Unterschiede unmittelbar wahrnehmen, doch die Schätzung der Grösse dieser Unterschiede wird uns lediglich durch die Erfahrung ermöglicht; hierin liegt zugleich der Grund, warum auf eine richtige quantitative Schätzung das subjective Moment der Uebung vom wichtigsten Einflusse ist.

Im Vergleiche zu diesen Maassschätzungen, die auch dem Erwachsenen erst nach langer Uebung und durch ein vergleichendes Urtheil möglich werden, sind die Raumwahrnehmungen des Auges und der Haut insofern als unmittelbare Sinnesacte zu bezeichnen, als sie ohne irgend einen wenn auch noch so dunkel in's Bewusstsein fallenden psychischen Process zu Stande kommen, so dass wenigstens beim ausgebildeten Menschen mit der Perception der Sinnesempfindungen auch ihre räumliche Ordnung gegeben ist. — Damit soll jedoch keineswegs behauptet werden, dass die Wahrnehmung durch jene Sinnesorgane an und für sich schon eine räumliche und als solche mit der Qualität der Empfindung von vorn herein gegebene sei. Allerdings müssen wir voraussetzen, dass in der Beschaffenheit der Empfindung und des empfindenden Organs schon eine Disposition zur Raumvorstellung liege, denn sonst würde diese überhaupt nicht zu Stande kommen; aber die wirkliche Entstehung der Raumvorstellung ist erst erklärt, wenn es gelingt sie aus jenen disponirenden Verhältnissen, zusammengehalten mit der Entwicklungsgeschichte des Seelenlebens, also aus der ganzen Reihe hier in einander greifender physiologischer und psychologischer Factoren, abzuleiten. Denn gegen die Annahme, dass die Raumanschauung ein der Seele a priori gegebenes Vermögen sei, wird die inductive Forschung schon deshalb sich auflehnen müssen, weil damit an die Stelle jeder Erklärung ein nichts erklärender Ausdruck gesetzt ist, abgesehen davon, dass jene Annahme keine Rechenschaft darüber giebt, warum nicht alle Sinne, sondern nur Gefühls- und Gesichtssinn ihre Vorstellungen in ein räumliches Schema bringen. Der letztere Umstand weist uns eben mit Nothwendigkeit auf eine besondere Disposition dieser Sinne hin, sobald aber diese einmal anerkannt wird, fällt jene ganze Erklärung aus einer a priori'schen Seelenanlage zusammen, wenn man sich nicht darauf beschränken will, in ihr ebenfalls nur eine Disposition zu sehen, ohne die ein Zustandekommen des Processes freilich undenkbar wäre, die aber an und für sich ebenso wenig erklärt als die Disposition des besonderen Sinnesorgans, vollends wenn man beide, den psychologischen und den physiologischen Factor, nicht näher bestimmt.

Auf das hier offenstehende Problem haben wir an diesem Orte nicht näher einzugehen; wir begnügen uns daher mit den obigen Andeutungen, aus denen hervorgeht, dass auch die quantitativen Verhältnisse der Raumanschauung im strengsten Sinne keine unmittelbaren, d. h. mit der Empfindung an

und für sich schon gegebene sind, dass sie aber beim ausgebildeten Menschen, auf den sich, weil er allein der Selbstbeobachtung fähig ist, auch allein diese Untersuchung ihrer Natur nach beziehen kann, deshalb als unmittelbare betrachtet werden können, weil kein in's Bewusstsein fallender psychischer Vorgang zwischen der Wahrnehmung der Empfindung und ihrer Vorstellung in räumlicher Form mehr liegt.

Die Messungen, die wir mit unsern die Raumanschauung vermittelnden Sinnen auszuführen vermögen, zeigen bei beiden die bemerkenswerthe Verschiedenheit, dass das Auge, als das in die Ferne wirkende Sinnesorgan, den Raum nach allen vier Dimensionen ausmisst, während die durch die Haut vermittelten Empfindungen, die nur durch den unmittelbaren Contact der äussern Objecte mit der Hautfläche zu Stande kommen, auch immer nur in eine Fläche verlegt werden. Die Anschauung der dritten Raumesdimension durch den Gesichtssinn ist jedoch, wie sich sogar aus der Erfahrung nachweisen lässt, erst eine mittelbare, aus den Bewegungen der Muskeln des Auges (theils der äussern, die den Augapfel bewegen, theils der innern, die den Accommodationsmechanismus beherrschen) abgeleitete, und die Messungen von Distanzen beruhen hier lediglich auf der Schätzung der die Bewegungen begleitenden Muskelsensationen, also vermittelt durch eine lange Erfahrung und Uebung, und es beruht hierauf die grosse Unsicherheit und Unvollkommenheit aller derartiger Messungen. Ursprünglich sind demnach alle räumlichen Sinnesanschauungen *flächenhafte*, erst allmälig hebt für das Auge aus der Fläche sich die Tiefe hervor, immer tiefer dringt der Sinn in den unendlichen Raum ein, sein Gesichtskreis erweitert sich in dem Maasse, als der Gesichtskreis seiner Erfahrung sich ausdehnt.

Wenn wir daher von einer unmittelbaren Raumanschauung in dem oben erörterten Sinne reden, so kann es sich dabei nur um *Flächenanschauungen* handeln. Die Fähigkeit, die Entfernung räumlicher Punkte, die in einer und derselben Fläche liegen, zu messen, kommt in gleicher Weise dem Gefühls- und Gesichtssinne zu. Die Bestimmung einer Entfernung überhaupt kann aber erst beginnen, sobald diese Entfernung nicht unter eine gewisse Grenze sinkt, die übrigens eine verschiedene ist für die verschiedenen Stellen der äussern Haut oder der Netzhaut, d. h. jedes Sinnesorgan und jeder Theil desselben hat eine *Grenze der schärfsten Unterscheidungsfähigkeit*, und sobald die Entfernungen der Objectpunkte diese Grenze nicht erreichen, fliessen alle von den-

selben erregten Empfindungen nothwendig in eine räumlich untrennbare Wahrnehmung zusammen. So unterscheidet nach E. H. Weber selbst das schärfste Auge mit dem am feinsten empfindenden Theile der Netzhaut Distanzen, die kleiner sind als $^1/_{840}$ Par. Linien, nicht mehr; auf der Zungenspitze ist aber schon $^1/_2$''', auf der Volarseite des letzten Fingergliedes 1''' die Grenze der Unterscheidungsfähigkeit, und auf der Haut des Rückens, des Oberarms und Oberschenkels und des Nackens geben sogar alle Eindrücke, deren Entfernung nicht 30''' überschreitet, nur eine Empfindung; der schärfste und der stumpfste Theil unserer raumempfindenden Sinne sind also unter Umständen um nicht weniger als um das 25,200fache verschieden.

Sobald die Objectpunkte, welche die Eindrücke verursachen, über jene Grenze auseinanderrücken, so werden sie deutlich als distinkte Eindrücke wahrgenommen, und es entsteht zugleich die Wahrnehmung eines Zwischenraumes zwischen denselben. Je mehr nun die wirkliche Entfernung der Objectpunkte von einander wächst, um so grösser wird auch im Allgemeinen für unsere Wahrnehmung der sie trennende Zwischenraum, wir benutzen daher unsere Sinnesorgane unmittelbar als messende Werkzeuge, indem wir unmittelbar mit geschehender Wahrnehmung zugleich die Entfernungen aller der räumlichen Punkte bestimmen, die in derjenigen Fläche liegen, welche unser Sinnesorgan im Momente der Wahrnehmung gerade beherrscht. — Diese Fläche ist nun für das Auge eine stets wechselnde; als in die Ferne wirkender Sinn kann es vermittelst seines Accommodationsvermögens rasch nach einander den verschiedensten Entfernungen sich anpassen, soweit diese nur innerhalb der Grenzen des Accommodationsvermögens liegen. Dadurch aber wird es bedingt, dass die Flächenmessung durch das Auge keineswegs eine einfach mit der Wahrnehmung sich vollziehende ist, sondern es tritt hier schon ein weiteres Moment hinzu: bevor die Messung in der Fläche beginnt, wird auf einem schon viel verwickelteren und unsichereren Wege die Entfernung nach der Tiefe des Raumes bestimmt und auf beides wird erst durch ein — wenn auch meistens unbewusst sich vollziehendes — Urtheil die eigentliche Flächenmessung gegründet.

Im Gegensatze hierzu ist die äussere Haut ein Sinnesorgan, vermittelst dessen wir uns niemals die Vorstellung von Entfernungen nach der Tiefe des Raumes verschaffen können; es liegt dies schon darin begründet, dass eine Empfindung mittelst desselben nur beim unmittelbaren Contact des zu empfindenden

Körpers möglich ist. Allerdings kann die Vorstellung der dritten Raumesdimension auch in dem geborenen Blinden geweckt werden, dies geschieht aber nur durch eine lange Reihe von Schlüssen, bei denen die wechselnden Eindrücke des Gefühlssinnes und die Muskelempfindungen des ganzen sich bewegenden Körpers zusammen wirken. Wie der Sehende an seinem Orte verbleibt und die Gegenstände gewissermaassen zu sich herankommen lässt, indem er nach Willkür dem ferneren oder dem näheren das Auge erschliesst, so muss der Blinde gehen und die Gegenstände, die für ihn in unveränderlicher Ruhe bleiben, selber aufsuchen, wenn er die Aussenwelt sich eröffnen will. Freilich schwindet bei einer näheren Betrachtung auch dieser Unterschied, der auf den ersten Blick so bedeutend scheint, sehr, und es stellt sich zwischen unsern beiden die Raumanschauung vermittelnden Sinnen, dem Gesichts- und Gefühlssinn, eine höchst augenfällige Uebereinstimmung her. In der That war ja auch beim Auge die Anschauung nach der Tiefe des Raumes nicht so unmittelbar wie die Flächenanschauung gegeben, sondern sie wurde erst vermittelt durch die den Accommodationsmechanismus beherrschenden Muskelbewegungen; hier wie dort ist es also die Bewegung, die uns die Tiefe des Raumes erschliesst, nur sind es, der Ausbreitung der beiden empfindenden Flächen entsprechend, dort die wenigen Muskeln des Auges, mit denen wir den ganzen unendlichen Raum uns herbeizaubern, hier die grosse der Fortbewegung bestimmte Masse der Körpermuskeln, mit denen wir mühsam ein Stück desselben uns aufsuchen. Der Sehende accommodirt nur sein Auge, der Blinde seinen ganzen Körper den Gegenständen. — Aber trotzdem dass auch dieser Unterschied im Grunde nur ein gradueller ist, so wird er doch im wirklichen Leben von so grosser Bedeutung, dass er eine durchgreifende Scheidung beider Sinne nothwendig macht. Die Muskeln, welche das Auge für Nähe und Ferne adaptiren, sind integrirende Theile dieses Sinnesorgans, ihre Verrichtungen sind daher so unmittelbar an die Function des Sehens selber geknüpft, dass sie zugleich mit dieser mit einer Art mechanischer Nothwendigkeit sich vollziehen und niemals zu bewussten Handlungen werden. Ganz anders verhält es sich mit der äussern Haut. Die Muskeln der Fortbewegung des Körpers stehen zu dieser nur in einer ganz äusserlichen Beziehung, in keiner andern als zu jedem andern Sinne, nur insofern nämlich, als überhaupt die mit dem Ortswechsel des Subjectes wechselnden Eindrücke auf einen Wechsel der Objecte schliessen lassen. Hier gründet sich daher die Unter-

scheidung von Nähe und Ferne erst auf ein aus einer Reihe gewollter und bewusster, langsam vollzogener Bewegungen gestütztes bewusstes Urtheil: der Gefühlssinn selber gewährt aber, ehe ihm jene weiteren Momente, auf die sich ein Urtheil bauen lässt, zu Hülfe kommen, über die Ausbreitung des Raumes nach seiner Tiefe gar keine Vorstellung; in jeder Stellung und Lage, in der sich der Körper befinden mag, bleiben die Eindrücke in ihrer Lage unveränderlich, die Haut vermag nicht wie das Auge die Gegenstände in verschiedene Entfernungen des Raumes zu verlegen, denn für sie ist nichts vorhanden, als was sich mit ihr in Berührung befindet; die einzige Entfernung, die sie wahrnehmen kann, ist die unmittelbarste Nähe. Wir sind demnach berechtigt, die Raumbestimmungen, die wir mittelst unseres Gefühlssinnes ohne Zuhülfenahme irgend welcher Muskelwirkungen machen, als durchweg in einer Fläche liegend zu betrachten.

Wenn wir nun die Entfernung räumlich getrennter Eindrücke, die auf irgend einen Theil unserer Hautfläche stattfinden, zu bestimmen suchen, so ergiebt es sich, dass diese Entfernung selbst für eine und dieselbe Hautstelle keine feste und unveränderliche ist. Neben den bedeutenden Differenzen, die verschiedene Hautstellen in Betreff der Feinheit ihrer räumlichen Unterscheidungsfähigkeit zeigen, laufen geringgradigere Differenzen einher, welche an derselben Hautstelle zu verschiedenen Zeiten gefunden werden; die Fähigkeit der Raumunterscheidung ist nicht für jeden Theil der empfindenden Fläche von constantem Werthe, sondern sie zeigt zu- und abnehmende Schwankungen. Diese Schwankungen sind von zweierlei Art: erstens ist die Grenze der feinsten Unterscheidungsfähigkeit bald eine engere, bald eine weitere, Eindrücke also, die das eine Mal noch deutlich als getrennte wahrgenommen werden, verschmelzen ein anderes Mal, auch wenn ihre Entfernung sich um nichts geändert hat, in einen einzigen; und zweitens ist, wenn ihre Entfernung diese Grenze überschritten hat, die Bestimmung der Grösse des Zwischenraums zwischen den Eindrücken eine veränderliche. Diese schon der oberflächlichen Beobachtung sich aufdrängende Veränderlichkeit bedingt es, dass die Sprache jede unmittelbar mit unsern Sinnen ausgeführte Entfernungsbestimmung nicht Messung, sondern Schätzung benennt. Dieses Wort drückt aus, dass jeder lediglich auf Sinneswahrnehmung gegründeten quantitativen Bestimmung eine Unsicherheit anhaftet. Unsicher ist aber nur das, was für unsere Auffassung in verschiedenen Zeiten einen verschiedenen Werth hat, also veränderlich ist, und die

Grösse der Veränderlichkeit ist das Maass für den Grad der Unsicherheit.

Im strengsten Sinne ist daher jede, auch die exacteste mit objectiven Hülfsmitteln ausgeführte Messung nur eine Schätzung, denn die Resultate jeder Messung sind veränderlich und daher bis zu einem gewissen Grade unsicher, weil bei jeder ein in seiner Unterscheidungsfähigkeit beschränkter und veränderlicher Sinn zu Hülfe gezogen wird. Kein Maassstab ist ganz genau, denn seine Verfertigung beruht in letzter Instanz auf einer Schätzung durch's Auge; und existirte ein vollkommener Maassstab, so würde selbst mit ihm keine genaue Messung möglich sein, denn die Vergleichung zwischen dem Maass und der gemessenen Länge ist schliesslich wieder nur eine Schätzung. Darum kann nicht Jeder mit messenden Werkzeugen exacte Messungen vornehmen, sondern erst eine mühselige Uebung verschafft dem Untersuchenden Sicherheit und seinen Ergebnissen Zutrauen. Messen und Schätzen sind sonach nicht anders als dem Grade nach verschieden, die genaueste Schätzung nennen wir Messung, und die ungenaueste Messung nennen wir Schätzung; die Messung wird aber in dem Maasse genauer und sicherer, als der Sinn zum Zweck derselben sich künstlicher Hülfsmittel bedient, und am ungenauesten wird sie dann, wenn er, dieser ganz entbehrend, sich rein auf sich selber verlässt. Jene Hülfsmittel bieten dem raumbestimmenden Sinne eine Stütze, an der er sich festhält, die je nach ihrer Beschaffenheit das Gefühl der Sicherheit ihm in grösserem oder geringerem Grade verleiht, und ohne die er, wie der Blinde ohne den Stock, nur tastend im Raume herumwankt.

Wenn sonach jeder rein auf Sinneswahrnehmung gestützten Raumbestimmung eine grosse Unsicherheit anhaftet, so hat diese Unsicherheit doch wieder einen sehr verschiedenen Grad beim Auge und bei der Haut. Vergleichen wir mit beiden Sinnen nach früherer Uebereinkunft Distanzen, die in einer und derselben Fläche liegen, so kann das Auge noch Unterschiede wahrnehmen, die dem Gefühlssinne sich ganz und gar entziehen. Zieht man z. B. zwei gerade Linien neben einander, und macht man die eine derselben nur um $^1/_{10}'''$ länger als die andere, so kann das Auge noch mit Sicherheit die längere von der kürzeren Linie unterscheiden; setzt man dagegen zwei Zirkel mit verschiedener Entfernung ihrer Spitzen auf eine Hautfläche auf, so muss der Unterschied schon mehrere Linien, ja an manchen Hautstellen 1 Zoll und darüber betragen, wenn die grössere von der geringeren Entfernung deutlich unterschieden werden soll. — Aber noch zeigt diese Vergleichung

ein bemerkenswerthes Ergebniss. Wenn der Unterschied der gezogenen Linien, die man dem Auge zur Vergleichung bietet, unter jene Grenze sinkt, wo er noch deutlich wahrgenommen werden kann, so wird der Befragte meistens mit aller Sicherheit behaupten, die Linien seien genau von gleicher Grösse, nur selten wird er in seinem Urtheil schwanken und bald die eine, bald die andere für die grössere ausgeben. Ganz anders ist dies mit der Entfernungsschätzung auf der Haut. Hier hält man fast nie die beiden Zirkelöffnungen für gleich gross, kann es wenigstens nie mit einiger Sicherheit behaupten, sondern wenn die Entfernungen einmal unter die Grenze der deutlichen Unterscheidung fallen, so wird bald die eine, bald die andere für die beträchtlichere gehalten, und die kleinere ungefähr ebenso oft als die grössere, ja es kommt, wenn man die Zirkelspitzen einige Zeit ruhig mit der Haut in Berührung lässt, vor, dass die Entfernung, die anfangs die grössere schien, später für die kleinere gehalten wird und umgekehrt. Die Schätzungen mittelst des Gefühlssinnes tragen also in viel höherem Grade den Charakter der Veränderlichkeit und Unsicherheit an sich, als die Schätzungen mittelst des Gesichtssinnes. Ja der Unterschied ist, im Fall man für das Auge nicht grössere Entfernungen wählt, sondern dasselbe, wie im obigen Versuch, nur die Entfernung von Punkten abschätzen lässt, die in seiner Nähe in einer und derselben Fläche liegen, und auf die es accommodirt ist, so bedeutend, dass die Entfernungsbestimmung mittelst des Auges im Vergleich zu der mittelst der Haut sich geradezu wie eine exacte Messung betrachten lässt; die Schwankungen, welchen die Schätzung mit dem Gesicht unterliegt, sind im Verhältniss zu den erheblichen Schwankungen der Gefühlsschätzung so gering, dass sie ganz vernachlässigt werden können, dass es also erlaubt ist, unter den gemachten Voraussetzungen die mit dem Auge vollführten Raumbestimmungen als für die nämlichen Entfernungen der Objectpunkte constante und mit den Veränderungen derselben proportional sich verändernde Werthe anzusehen. Mit Benutzung dieses Princips gelingt es, die Schwankungen in der Raumunterscheidung des Gefühlssinnes einer messenden Untersuchung zu unterwerfen.

Man verfährt dabei auf folgende höchst einfache Weise. Man nimmt zwei gleiche Zirkel mit abgeschliffenen Spitzen, mit dem einen derselben berührt man bei einer bestimmten Zirkelöffnung die gewählte Hautstelle der dem Versuch sich unterziehenden Person; dieser, die ihr Gesicht vom Experimentirenden abgewendet hat, giebt man den zweiten Zirkel in

die Hand und lässt sie mit diesem nach dem Augenmaass die Entfernung der Spitzen des ersten Zirkels, so wie sie ihr nach dem Gefühlseindruck erscheint, bestimmen. Da hierbei wie gesagt die Unsicherheit des Augenmaasses im Vergleich zur Unsicherheit der Gefühlsschätzung verschwindend klein ist, so giebt die Vergleichung der scheinbaren, aus der Gefühlswahrnehmung bestimmten Entfernung der Eindrücke mit ihrer wirklichen Entfernung ein unmittelbares Maass ab für die Feinheit der Haut in der Raumschätzung und ebenso giebt bei wiederholter Einwirkung gleich weit entfernter Eindrücke auf eine und dieselbe Hautstelle die hierbei sich zeigende Veränderlichkeit in der scheinbaren Entfernung der Eindrücke unmittelbar die Schwankungen der Raumbestimmung mittelst des Gefühlssinnes an und somit ein Maass ab für den Grad der Unsicherheit der letzteren.

Noch sind bei diesen Versuchen einige Vorsichtsmaassregeln zu erwähnen, die, wenn man nicht ganz in der Irre herumgeführt werden will, durchaus beobachtet werden müssen. Erstens müssen die Zirkelspitzen möglichst senkrecht aufgesetzt, und es darf dabei die Haut nicht verschoben werden; zweitens sind zu den Versuchen möglichst gleichförmige Hautstellen zu benutzen, bei denen keine hervorragende und leicht kenntliche Punkte Gelegenheit zur Orientirung geben; endlich drittens muss die Versuchsperson selbst in völliger Ruhe verbleiben und namentlich keinerlei Anstrengung machen, eine genauere Schätzung der Entfernungen entweder durch blosses Nachdenken oder zugleich durch Bewegungen der tastenden Stelle sich zu ermöglichen Bewegungen letzterer Art hat schon Czermak namentlich bei Blinden beobachtet und als „Tastzuckungen“ bezeichnet; sie finden sich aber in geringerem Grade auch bei Sehenden, wenn diese, wie in unseren Versuchen, verhindert werden die betastete Stelle zugleich in's Auge zu fassen; sie geschehen meistens unwillkürlich, und es gelingt sogar nur einer fortgesetzten Uebung, sie gänzlich zu unterdrücken. — Ich benutzte zu meinen Versuchen ausser andern Hautflächen insbesondere die Haut des Handrückens ihrer Länge nach; diese entspricht, wenn man die Entfernung der Zirkelspitzen bei der gewöhnlichen Grösse der Hand nicht über 20 Linien weit wählt, hinreichend den oben aufgestellten Bedingungen.

Das erste Moment, von welchem die Veränderlichkeit in der Schärfe der Raumschätzung abhängt, ist der Grad der Aufmerksamkeit. Es versteht sich von selbst, dass die Versuche nur angestellt werden dürfen, wenn auf sie die Auf-

merksamkeit sich möglichst concentrirt. Aber nichts desto weniger ist diese während der Dauer des Versuchs noch veränderlich, und diese Veränderlichkeit lässt sich nur bis zu einem gewissen Grade durch den Willen bezwingen, obgleich sie recht wohl dem Bewusstsein sich kundgiebt. So hat Jeder, an welchem man eine Versuchsreihe anstellt, im Anfang derselben das deutliche Gefühl, dass er zuerst zur gehörigen Aufmerksamkeit sich sammeln müsse, und er weiss gewöhnlich ziemlich scharf anzugeben, wann er diese erreicht hat; erst dann macht er seine Schätzungen mit einer gewissen Sicherheit, während er vorher denselben noch nicht das gehörige Zutrauen schenkt. Ebenso tritt, wenn die Versuche längere Zeit fortgesetzt werden, ein Punkt ein, wo die eigene Sicherheit wieder schwindet, wo es auch bei dem besten Willen unmöglich wird, mit der gleichen Achtsamkeit weiter zu beobachten: zuerst verlangt die fortgesetzte Theilnahme nur eine fühlbar grössere Geistesanstrengung, dann ermattet sie und schwindet endlich gänzlich. Endlich aber kommen, und dies namentlich bei ungeübteren Personen nicht sehr selten, Fälle vor, wo sich während der ganzen Dauer der Versuchsreihe aus irgend welchen Ursachen die Aufmerksamkeit nicht gehörig zu sammeln vermag; solche Fälle sind natürlich gar nicht verwerthbar, da sie beständig schwankende Resultate ergeben, und dieselben zu erkennen und auszuscheiden, bildet eine Hauptschwierigkeit dieser Untersuchungen; namentlich aber wird es dadurch nothwendig, lange Zeit hindurch an einer und derselben Person und an der nämlichen Hautstelle die Versuche zu wiederholen, um eine grössere Zahl übereinstimmender Ergebnisse zu erhalten, auf die Schlüsse gebaut werden können. Dies ist um so nothwendiger, als auch in den besten Versuchsreihen häufig wenigstens augenblickliche Störungen der Aufmerksamkeit vorkommen, durch welche die Resultate theilweise verwischt werden. — Objectiv charakterisirt sich die Zerstreutheit einzig und allein durch die veränderlichen und keinerlei Gesetz in ihrer Veränderlichkeit kundgebenden Ergebnisse der Schätzung; diese fällt bald grösser, bald — und dies in der Mehrzahl der Fälle — geringer aus als bei vorhandener Aufmerksamkeit. Entfernungen, die nur wenig über der Grenze der schärfsten Unterscheidungsfähigkeit hinausliegen, werden vom Zerstreuten gar nicht mehr wahrgenommen, und umgekehrt kann diese Grenze durch eine ungewöhnlich grosse Aufmerksamkeit sich etwas erweitern, so dass Eindrücke noch gesondert wahrgenommen werden, die bei geringerer Aufmerksamkeit in eine räumlich ungetrennte Empfindung verschmelzen.

Ein zweites Moment ist die Ermüdung des Tastorgans. Wenn man öfter nach einander eine und dieselbe Hautstelle mit gleich weit entfernten Zirkelspitzen berührt, so werden gewöhnlich die Entfernungen fortschreitend kleiner geschätzt, und nicht selten kommt es so weit, dass zuletzt beide Eindrücke gar nicht mehr von einander unterschieden werden können. Es findet hier bei oft wiederholter Berührung in längerer Zeit dasselbe statt, was man in kürzerer Dauer schon bei einmaliger Berührung beobachtet. In diesem Falle findet man nämlich stets, dass die Entfernung im ersten Moment der Berührung grösser geschätzt wird, als später, und dass sie bei längerer Dauer eine immer geringere, ja zuletzt häufig Null wird; es ist, als wenn die berührten Punkte allmälig einander sich näherten, bis sie endlich verschmelzen. Hebt man nun die Berührung auf, um aus dem Gedächtniss die Entfernung zu schätzen, so erweitert sie sich in der Vorstellung wieder allmälig, bis sie nahezu die Grösse, die sie bei der ersten Berührung hatte, erreicht hat; die berührten Punkte scheinen, nur undeutlicher, sich ebenso von einander zu entfernen, wie sie vorher einander sich näherten. An den Punkt, wo die reale Wahrnehmung ihr Ende erreicht hat, reihen die blasseren Vorstellungen des Erinnerungsverlaufes in der umgekehrten Folge sich an. Daher kommt es, dass aus dem Gedächtnisse die Entfernung meistens nicht ganz so weit geschätzt wird, als unmittelbar aus der frischen Empfindung, immer aber weiter, als wenn diese durch längere Dauer schon abgestumpft ist. — Weiterhin zeigt die subjective Beobachtung, dass an jeder entweder längere Zeit oder öfter nach einander berührten Hautstelle die Deutlichkeit des Gefühls beträchtlich abnimmt. Die Form des berührenden Körpers, die anfangs vielleicht ganz bestimmt aufgefasst wurde, wird immer ungenauer erkannt, namentlich verschwindet immer mehr ihre bestimmte Begrenzung, es ist, als wenn sie nicht plötzlich, sondern allmälig sich endigte; sie erhält daher jene unbestimmte Breite, die schon die Sprache ganz richtig ausdrückt, indem sie ein solches Gefühl als ein stumpfes bezeichnet. Ueber die Form und Grösse des berührenden Körpers lässt sich dann zuletzt gar nichts mehr aussagen, sondern überhaupt nur angeben, dass eine Berührung empfunden wird. Aber selbst diese Stufe kann bei weiter getriebener Ermüdung des Tastorgans noch überschritten werden. Wenn man lange Zeit hindurch oft nach einander eine und dieselbe Hautstelle mit gleichmässigem Druck berührt, so wird davon endlich nichts mehr gefühlt, und man muss den Druck beträchtlich steigern, um wieder

eine Empfindung möglich zu machen. Es ist dies offenbar der analoge Fall, als wenn wir einen Muskel so weit ermüden, dass er auf einen Reiz von bestimmter Stärke nicht mehr reagirt, obwohl er durch eine intensivere Erregung noch zur Zusammenziehung gebracht werden kann. Ganz wie ein Muskel durchläuft eine beschränkte Hautstelle die verschiedensten Stufen der Leistungsfähigkeit: die Empfindung, die Anfangs die höchste Schärfe besitzt, schwächt sich ab durch die verschiedenen Grade der Abstumpfung, bis sie zuletzt völlig vernichtet ist. Diese Veränderungen durch die Ermüdung sind ganz auf die gereizte Hautstelle beschränkt, sie breiten nur, allmälig abnehmend, auf die allernächste Umgebung der Berührungspunkte sich aus; jeder andere Hauttheil hat unterdessen die Integrität seiner Empfindungsfähigkeit bewahrt; es ergiebt sich hieraus mit Sicherheit, dass lediglich örtliche Verhältnisse jenen Veränderungen zum Grunde liegen, und dass namentlich nicht etwa, wie man vielleicht glauben könnte, eine Ermüdung der Aufmerksamkeit dabei von Einflusse ist.

Als drittes und wichtigstes Moment für die Entfernungsschätzung muss die Uebung genannt werden. Für die richtige Würdigung ihres Einflusses ist die Selbstbeobachtung von grosser Bedeutung. Ist man in den Versuchen noch völlig ungeübt, so erhält man, wenn die Cirkelspitzen hinreichend weit von einander entfernt sind, zwar deutlich die Vorstellung räumlich geschiedener Eindrücke, aber von der Grösse des Zwischenraumes, der diese Eindrücke trennt, macht man sich durchaus keine Vorstellung. Diese sucht man erst wach zu rufen in dem Moment, wo man zur Schätzung aufgefordert wird, aber selbst dann ist es für den Ungeübten oft ganz unmöglich eine Angabe zu machen, er kennt nur im Allgemeinen die Körperstelle, wo die Eindrücke stattfinden, von der Entfernung der letzteren hat er keinen Begriff. Diesen erwirbt er sich erst auf folgende Weise. Er sieht in der Einbildungskraft die berührte Körperstelle vor sich, und auf ihr den berührenden Cirkel; die Grösse der Cirkelöffnung, die auf diese Weise die Phantasie ihm liefert, bildet er mit dem Cirkel, den er in der Hand hält, in der Wirklichkeit nach. Jenes Vorstellungsbild weicht aber in zwei Punkten gewöhnlich von der Wahrheit noch ab und veranlasst dadurch eine unrichtige Schätzung. Erstens wird, namentlich von minder Geübten, der Ortpunkt, wo jede einzelne Cirkelspitze berührt, meistens nicht völlig richtig bestimmt, sondern nach irgend einer Seite verrückt, und zwar bald nach dieser bald nach jener, so dass

die Berührungspunkte sich bald näher bald ferner liegen; diese Unrichtigkeiten werden bei fortgesetzter Uebung immer geringer, und es lässt sich in nicht sehr langer Zeit so weit kommen, dass jedesmal mit einer wenigstens ziemlich annähernden Genauigkeit die Orte der Berührung vorgestellt werden, wenn die Aufmerksamkeit hinreichend gross, das Urtheil nicht durch andere Verhältnisse irregeleitet und die Hautstelle nicht durch die Ermüdung verändert ist. Ein zweiter Punkt, der von noch viel erheblicherem Einflusse wird, ist der Umstand, dass die Körperstelle selbst niemals von der richtigen Grösse, sondern in allen ihren Dimensionen verkleinert vorgestellt wird. Dadurch geschieht es, dass auch die Entfernung der berührten Punkte immer kleiner geschätzt wird als sie wirklich ist; diese letztere Unrichtigkeit der Vorstellung ist in viel höherem Grade bleibend, sie widersteht weit mehr der Uebung als die vorhin genannte; nur eine oft wiederholte Controle durch die unmittelbare Beobachtung kann hier allmälig das falsche Phantasiebild verbessern und seiner wirklichen Grösse wenigstens näher bringen, wenn es dieselbe vielleicht auch kaum jemals zu erreichen vermag.

Mit diesen Ergebnissen der Selbstbeobachtung stimmt nun vollständig überein, was die objective Untersuchung lehrt. Von Anfang an ist die geschätzte Entfernung erheblich kleiner als die wirkliche, an fein fühlenden Hautstellen ist sie grösser als an solchen von geringerer Feinheit, ohne dass jedoch zwischen der Schärfe der Unterscheidungsfähigkeit und der Richtigkeit der Schätzung ein constantes Verhältniss sich erkennen liesse; dies wird schon dadurch unmöglich, dass auf die Schätzung die verschiedene Uebung der einzelnen Hautstellen von weit bedeutenderem Einflusse ist, als auf die Unterscheidungsfähigkeit. — Ausserdem, dass die Entfernungen stets kleiner bestimmt werden als sie sind, ist beim Ungeübten die Schätzung eine in hohem Grad schwankende, offenbar davon herrührend, dass nicht nur die berührte Stelle in verkleinertem Maassstab, sondern auch jeder der berührten Punkte mehr oder minder unrichtig vorgestellt wird. Diese Schwankungen werden jedoch allmälig geringer und zuletzt bei fortgesetzter Uebung verschwindend klein, so dass, wenn nicht anderweitige ändernde Einflüsse statthaben, nach längerer Zeit die Bestimmungen in hohem Grade constant sind; dabei ist aber der mittlere Unterschied der geschätzten und der wirklichen Entfernungen gewöhnlich ungeändert geblieben, die berührte Stelle wird immer noch in denselben verkleinerten Dimensionen vorgestellt, aber die Uebung hat das Gefühl so

weit vervollkommnet, dass die berührten Punkte annähernd richtig bestimmt werden. Hat die Uebung dieses Stadium erreicht, so beobachtet man auch, dass die Schätzung mit viel grösserer Sicherheit und Raschheit geschieht; wozu Anfangs ein längeres Nachdenken nothwendig war, das wird jetzt im ersten Moment schon, sobald man den Cirkel aufsetzt, vollführt, wo früher die Angabe immer mit einigem Zweifel verbunden war, da geschieht sie jetzt mit einer bestimmten Entschiedenheit. Diese Veränderungen werden dadurch bedingt, dass das Bild der untersuchten Körperstelle, das im Anfang mit Mühe in die Vorstellung gerufen werden musste, allmälig von selbst und unwillkürlich bei jeder Berührung in derselben erscheint, indem es dabei eine immer bestimmtere Gestalt gewinnt, und indem zugleich die Vorstellung von dem Ort der Berührung, also von der Lage jeder einzelnen Cirkelspitze, die früher, nachdem jenes Bild schon vorhanden war, noch nachträglich gesucht werden musste, sich immer unmittelbar damit verbindet. — Erst viel später, wenn man die nämliche Hautstelle mehrere Wochen hindurch täglich mit diesen Versuchen einübt, gelingt es die Schätzung noch weiter zu vervollkommnen: es werden dann allmälig die Entfernungen etwas grösser bestimmt und nähern sich also der Wirklichkeit mehr. Nichts desto weniger ist, wenn man die Versuche nur in der bisher befolgten Weise angestellt, d. h. wenn man die untersuchte Stelle immer unbewegt lässt und nie die Versuchsperson über die wirklichen Entfernungen aufklärt, jene Vervollkommnung eine sehr langsame und bleibt auch, wie es scheint, in ziemlich enge Grenzen eingeschränkt.

Weit schneller geschieht diese Vergrösserung in der Schätzung der Entfernungen, wenn die untersuchte Körperstelle nicht in Ruhe verbleibt, sondern Tastbewegungen macht. Diese Bewegungen verschaffen, auch wenn sie sehr geringgradig sind, dadurch, dass sie die Haut unter der Cirkelspitze verschieben und somit successiv verschiedene Punkte derselben mit ihr in Berührung bringen, nicht nur eine genauere Kenntniss von den Orten, wo die Berührung stattfindet, sondern sie geben zugleich Aufschluss über die wirkliche Grösse der Entfernung dieser Orte. Der Einfluss der Tastbewegungen ist ein plötzlicher, und die Schätzung wird durch sie so vervollkommnet, dass sie in kurzer Zeit schon der wirklich gemessenen Entfernung sehr nahe kommt. Es ist kein Zweifel, dass durch diese Bewegungen vorzugsweise dem Blinden die Möglichkeit an die Hand gegeben wird, seinen Tastsinn zu der hohen Ausbildung zu bringen, die er meistens bei ihm erlangt. Das

Nämliche kann aber bei gehöriger Uebung auf demselben Wege auch der Sehende erreichen.

Dem Sehenden steht jedoch noch ein zweites Mittel zu Gebote, wodurch er, wenn auch etwas langsamer, die räumlichen Messungen, die er mit der Haut ausführt, mehr und mehr zu vervollkommnen und der Wirklichkeit zu nähern im Stande ist. Dies ist die Controle durch den Gesichtssinn. Lässt man die Versuchsperson, nachdem sie die Entfernung der aufgesetzten Cirkelspitzen geschätzt hat, von der wirklichen Entfernung jedesmal durch das Auge sich überzeugen, so hat dies anfänglich eine Unentschlossenheit des Urtheils zur Folge, die sich in den nun auftretenden Schwankungen der Ergebnisse kund giebt; die neu gewonnenen Erfahrungen stehen im Widerspruch mit der Anschauung, die während der bisherigen Versuche sich allmälig festgesetzt hatte; der letzteren wird daher misstraut, und die ersteren brauchen einige Zeit, bis sich durch ihre Vermittlung eine neue richtigere Anschauung gebildet hat. So kommt es, dass erst sehr langsam die Schätzung ihre frühere Sicherheit wieder gewinnt, während zugleich die Entfernungen in der Vorstellung sich vergrössern und ihrer Wirklichkeit sich immer mehr annähern. Man sieht, sowohl durch die Tastbewegungen als durch die Controle mittelst des Gesichtssinnes ist die räumliche Schätzung in einer fortschreitenden Vervollkommnung begriffen, die einer gewissen Grenze entgegengeht, welche sie ohne Zweifel durch eine lange fortgesetzte und anhaltende Uebung endlich auch zu erreichen vermöchte. Erreicht aber ist diese Grenze, wenn die durch den Tastsinn vollführte Messung mit der Messung durch's Auge in ihren Ergebnissen völlig zusammenfällt.

Mit den Einflüssen der Aufmerksamkeit, der Ermüdung und Uebung haben wir zwar bei weitem die meisten, aber noch nicht alle Abweichungen erklärt, welche diese Versuche uns darbieten, sondern es bleiben noch einige Veränderlichkeiten zurück, die sich durch nichts Anderes als durch eine Irreleitung des Urtheils, durch eine Urtheilstäuschung erklären lassen.

Hierher gehört zunächst, dass in den meisten Fällen die Kraft, mit welcher der Cirkel aufgesetzt wird, auf die Schätzung von erheblichem Einflusse ist: bei stärkerem Druck scheint die Entfernung eine weitere als bei schwächerem Druck; hier wird offenbar das Qualitative der Wahrnehmung, ihre grössere Deutlichkeit, auf das Quantitative derselben unwillkürlich übertragen. — Es reiht sich hieran folgender Fall: wenn man

die eine Cirkelspitze mit grösserer, die andere mit geringerer Kraft aufsetzt, so wird häufig nur der stärkere Eindruck und der schwächere gar nicht wahrgenommen. Wenn ferner die beiden berührten Hautstellen von sehr verschiedener Empfindlichkeit sind, so wird bei völlig gleichmässigem Aufsetzen oft nur an der empfindlicheren Hautstelle der Eindruck wahrgenommen; sobald auch an der unempfindlicheren Hautstelle noch ein Eindruck gefühlt wird, so wird er für bedeutend schwächer gehalten, und mit gleicher Kraft scheint die Berührung erst zu geschehen, wenn diese Kraft in der That eine ziemlich verschiedene ist. Dass in den Fällen, wo der schwächere Eindruck gar nicht mehr wahrgenommen wird, dies nicht etwa durch die absolut zu geringe Stärke desselben veranlasst ist, lässt leicht sich beweisen: lässt man nämlich den schwächeren Eindruck allein einwirken, so wird derselbe deutlich gefühlt, ja er bleibt wahrnehmbar, auch wenn er noch bedeutend vermindert wird; hingegen lässt sich umgekehrt auch ein stärkerer Eindruck zum Verschwinden bringen, wenn die Stärke des zweiten Eindrucks, der gleichzeitig mit ihm gemacht wird, in entsprechendem Maasse erhöht wird. Ein besonders auffallendes Beispiel ist folgendes: berührt man gleichzeitig und gleichmässig mit sehr weiter Cirkelöffnung Vorderarm und Hand, so wird häufig nur an der letzteren der Eindruck wahrgenommen, verengert man jetzt etwas die Cirkelöffnung, so dass die untere Spitze etwa auf die Handwurzel zu stehen kommt, so fühlt man vielleicht schon zwei Eindrücke, aber der untere scheint den obern an Stärke bedeutend zu übertreffen, verengert man endlich noch weiter, so dass beide Spitzen auf den Vorderarm beschränkt bleiben, so werden jetzt erst die beiden Eindrücke mit gleicher Deutlichkeit wahrgenommen; hier also findet das Auffallende statt, dass bei einer sehr grossen Entfernung nur ein Eindruck bewusst wird, während bei einer viel geringeren Entfernung zwei Eindrücke gefühlt werden. Man sieht, in allen diesen Fällen kommt es lediglich an auf die relative Stärke der Einzelempfindungen, und zwar kann eine jede bedeutend überwiegende Empfindung eine schwächere, die mit ihr gleichzeitig einwirkt, zum Verschwinden bringen, um allein im Bewusstsein aufzutreten.

Als ein weiterer bemerkenswerther Umstand gehört hierher, dass ein unmittelbar vorangegangener Eindruck auf den ihm nachfolgenden von Einfluss ist. So z. B. wird immer, wenn man auf einen Eindruck mit weiterer Cirkelöffnung einen solchen mit engerer Cirkelöffnung folgen lässt, die letztere Entfernung grösser geschätzt, als unter gewöhnlichen Ver-

hältnissen, und das Entgegengesetzte findet statt, wenn umgekehrt der engeren die weitere Cirkelöffnung nachfolgte, hier wird die grössere Entfernung kleiner geschätzt als gewöhnlich. Jede vorangegangene Vorstellung strebt also die ihr unmittelbar nachfolgende in ihrem Sinne zu ändern. — Etwas Analoges beobachtet man, wenn man viele Eindrücke nach einander stattfinden lässt, indem man dabei allmälig von weiteren zu engeren Cirkelöffnungen übergeht: hier verkleinern sich die geschätzten Entfernungen lange nicht in dem gleichen Maasse wie die wirklichen, sondern viel langsamer, und es werden selbst da noch deutlich zwei Eindrücke wahrgenommen, wo solches ohne dieses Verfahren bei weitem nicht mehr wäre möglich gewesen; man schleicht sich hier gewissermaassen über die gewöhnliche Grenze der feinsten Unterscheidungsfähigkeit ein und verkleinert so die sogenannten Empfindungskreise. Genau das Entgegengesetzte findet aber statt, wenn man in der umgekehrten Reihenfolge verfährt, wenn man den engeren Cirkelöffnungen, die Anfangs sogar noch keine räumlich getrennte Wahrnehmung möglich machen, allmälig die weiteren folgen lässt. Hier schleicht man sich unbemerkt über jene Grenze hinaus, macht also die Empfindungskreise grösser, und von dem Augenblick an, wo die zwei Eindrücke deutlich von einander geschieden werden, wachsen die geschätzten Entfernungen langsamer als die gemessenen. So kommt es, dass man bei diesem letzteren Verfahren für dieselben Entfernungen beträchtlich geringere Werthe erhält als bei dem vorangegangenen. Man sieht, in beiden Fällen macht sich, ähnlich wie in den früheren, eine gewisse Gewohnheit der Vorstellung geltend, welche das Urtheil jedesmal nach einer bestimmten Richtung hin irreleitet.

3. Die Gefühlslähmung und ihr Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung[1]).

Von besonderem Interesse theils wegen der theoretischen Folgerungen, die sich aus ihnen ableiten lassen, theils wegen der praktischen Bedeutung, die ihnen zukommt, sind diejenigen Veränderungen in der Raumwahrnehmung, welche durch krankhafte Störungen der Hautsensibilität veranlasst werden. Solche Störungen sind am häufigsten bedingt durch

[1]) Die Versuche, auf welche die folgenden Resultate sich stützen, habe ich grösstentheils im Jahre 1855 und 1856 gemeinschaftlich mit meinem Collegen Bertheau in der damals unter Hasse's Leitung stehenden medicinischen Klinik zu Heidelberg angestellt.

Krankheitszustände in den Centralorganen des Nervensystems oder in deren nächsten Umgebungen, und es dürfte deshalb diese Untersuchungsmethode bei weiterer Ausbildung ein wichtiges diagnostisches Hülfsmittel zur Erkenntniss des Sitzes und der Verbreitung bestimmter pathologischer Veränderungen abgeben. Wir verzichten hier auf diesen praktischen Gesichtspunkt, obgleich er ohne Zweifel der wichtigere ist, da, um in dieser Richtung zu maassgebenden Resultaten zu gelangen, eine grosse Zahl mit der Untersuchung nach dem Tode verglichener Beobachtungen nothwendig wäre, wie sie uns nicht zu Gebote steht.

Im höchsten Grad der Sensibilitätsstörung, der aber sehr selten vorkommt, ist die Gefühlslähmung eine vollständige, auch die heftigsten Reize werden nicht mehr empfunden, und es kann darum hier von der Auffassung räumlicher Verhältnisse gar keine Rede sein; ich habe dies in einem Fall auf die ganze obere Körperhälfte verbreitet bei einem akuten encephalitischen Prozesse in der Hirnrinde beobachtet; dabei war gleichzeitig die Bewegungsfähigkeit zwar gestört, aber bei weitem nicht völlig vernichtet, der Kranke konnte z. B. seine Arme, an denen er komplet anästhetisch war, frei in die Höhe heben, liess sie aber sehr bald ermüdet wieder herabsinken, das Muskelgefühl schien demnach nicht beeinträchtigt, ja vielleicht eher erhöht zu sein. — Wo, wie dies meistens der Fall ist, Veränderungen im Gehirn mehr in der Tiefe desselben ihren Sitz haben, da ist immer im Gegentheil die Bewegungslähmung viel beträchtlicher als die Empfindungslähmung; aber auch diese fehlt wenigstens spurweise nie, auch wenn sie dem Kranken selbst nicht bewusst wird und eine oberflächliche Untersuchung sie nicht bemerkt, immer giebt dann noch die Messung eine Verschiedenheit von der gesunden Seite. Bei meningitischen Affektionen des Gehirns oder Rückenmarks sind gewöhnlich Sensibilität und Motilität ziemlich gleichmässig betroffen.

Die Versuche werden am zweckmässigsten so angestellt, dass man den Kranken, die man zur Untersuchung benutzt, die Augen verbindet und dann an den verschiedensten Körperstellen auf beiden Seiten diejenige Entfernung der Cirkelspitzen bestimmt, welche gerade nothwendig ist, damit die beiden Eindrücke gesondert zur Wahrnehmung kommen; man misst also hierbei die relative Grösse der sogenannten Empfindungskreise an verschiedenen Theilen der Hautfläche, indem man namentlich die sich entsprechenden Theile beider Körperhälften vergleicht. Noch ist jedoch bei diesen Ver-

suchen einige Vorsicht nothwendig. Zunächst hat man sich natürlich vor absichtlicher Täuschung, zu der namentlich weibliche Kranke in hohem Grade geneigt sind, zu hüten, solche Täuschungen sind jedoch durch die Widersprüche, zu denen sie führen, gewöhnlich leicht zu erkennen. Ferner darf ein Versuch nicht zu lange dauern, damit die Aufmerksamkeit des Kranken nicht ermüdet werde; will man daher die Sensibilität der ganzen Haut oder eines grossen Theils derselben prüfen, so thut man dies am besten in mehreren Versuchen, die durch hinreichend lange Pausen getrennt sind.

Bei allen Lähmungszuständen ist die Entfernung, bei der zwei Eindrücke als geschieden wahrgenommen werden, grösser als im normalen Zustande, dies tritt namentlich dann hervor, wenn die Lähmung eine einseitige ist, so dass man die gesunde mit der kranken Seite vergleichen kann. Auch wenn die Erkrankung beide Seiten betrifft, ist übrigens fast nie die Sensibilitätsstörung beiderseits von gleichem Grade, sondern gewöhnlich differirt sie sogar sehr erheblich; ferner ist die Vergrösserung der Empfindungskreise bei nur einigermaassen ausgesprochenen Lähmungen so bedeutend, dass sie, selbst wenn eine Vergleichung mit dem gesunden Zustande unmöglich ist, auf den ersten Blick in die Augen fällt; durch Anästhesien, die dem Bewusstsein des Kranken kaum sich kundgeben, werden die Empfindungskreise oft schon verdoppelt, und bei einigermaassen beträchtlicheren Empfindungslähmungen sind sie sogar bedeutend vervielfacht. — Die Grösse der Empfindungskreise ändert sich während des Krankheitsverlaufes und ist von dem letzteren abhängig, jedes Besser- oder Schlimmerwerden giebt auf's schärfste der Messung sich kund, ja diese ist im Stande Schwankungen zu entdecken, von denen weder der Kranke selber noch die sorgfältigste anderweitige Untersuchung etwas bemerkt. So wird man z. B. bei meningitischen Affectionen des Rückenmarks selten eine örtliche Blutentziehung oder einen örtlichen Gegenreiz anwenden, ohne dass fast momentan die Messung eine mehr oder minder beträchtliche Abnahme der Sensibilitätsstörung kundgiebt, und doch haben sich oft die Bewegungsfähigkeit und die andern Symptome nicht im geringsten gebessert; es erhellt hieraus deutlich die diagnostische und prognostische Wichtigkeit derartiger Messungen, denn wo z. B. nach irgend einem therapeutischen Eingriff auch nur die geringste Abnahme im Durchmesser der Empfindungskreise gefunden wird, da kann man wenigstens der Ueberzeugung sein, dass das angewandte Verfahren nicht wirkungslos war, eine Ueberzeugung, die auf

anderem Wege oft so schwer zu gewinnen ist, während man, wenn keine derartige Aenderung nachweisbar ist, von erfolglosen Versuchen bald abstehen wird. Aber wenn wir ganz von solchen speziellen Rücksichten absehen, so scheint es mir schon von ungemein grossem Werthe, dass der messende Versuch mit der grössten Sicherheit und in viel kürzerer Zeit als irgend ein anderes Hülfsmittel zu entscheiden vermag, ob das Uebel ein stationärer Zustand geworden ist, ob es noch in der Zunahme oder schon im Rückschritt begriffen ist, was leicht nachgewiesen werden kann daraus, dass die Empfindungskreise fortwährend eine constante Grösse behalten oder allmälig sich vergrössern oder verkleinern. Selbst für das Urtheil über die Beschaffenheit des Uebels kann diese Untersuchung oft Anhaltspunkte liefern, so ist z. B., wenn eine Blutentziehung nicht alsbald einen messbaren Effekt zur Folge hat, der sichere Schluss erlaubt, dass das Uebel kein entzündliches oder doch nicht mehr im entzündlichen Stadium begriffen ist.

Die Thatsache, dass ein stärkerer Eindruck einen schwächeren, mit dem er gleichzeitig einwirkt, oft zum Verschwinden bringt, die wir schon im physiologischen Zustand beobachten, tritt uns in diesen pathologischen Fällen noch viel häufiger und viel ausgeprägter entgegen. Setzt man den Finger der einen Hand auf eine gesunde oder minder anästhetische, den Finger der andern Hand auf eine anästhetischere Hautstelle, so wird fast in allen Fällen, selbst wenn die Entfernung eine sehr grosse ist, nur der erstere Eindruck gefühlt, während jeder Eindruck, wenn er allein einwirkt, deutlich zur Wahrnehmung kommt. Setzt man z. B. bei Lähmungen der beiden untern Extremitäten in Folge von Rückenmarksaffectionen, bei denen die Anästhesie gewöhnlich von oben nach unten zunimmt, den einen Finger auf den Oberschenkel, den andern auf den Unterschenkel oder Fuss, so wird die letztere Berührung gewöhnlich nicht gefühlt, wenn man nicht in einem unverhältnissmässigen Grade sie steigert; berührt man dagegen gleichzeitig irgend eine Stelle des einen und des andern Beines, so werden meistens beide Eindrücke wahrgenommen, auch wenn die Anästhesie an beiden Extremitäten einen sehr verschiedenen Grad hat. Sobald also die Körpertheile, denen die berührten Hautstellen angehören, eine beträchtlichere Verschiedenheit der Lage im Verhältniss zum Gesammtkörper haben, wird der schwächere Eindruck weniger leicht zum Verschwinden gebracht.

Der Ort, an dem ein Eindruck stattfindet, wird bei anästhetischen Zuständen fast durchweg unrichtig bestimmt. Manchmal ist es dem Kranken überhaupt nicht möglich, dar-

über zu einer sichern Meinung zu kommen, manchmal kann er nur ganz im Allgemeinen den Körpertheil bezeichnen, an dem der Eindruck statthatte, in vielen Fällen bezeichnet er endlich bestimmt den Ort der Empfindung, aber er bezeichnet ihn falsch. In diesen letztern Fällen ist es nun höchst bemerkenswerth, dass der Irrthum bei weitem am häufigsten kein zufälliger und daher schwankender ist, sondern dass er ein ganz bestimmtes constantes Gesetz befolgt: jeder Eindruck, der eine krankhaft unempfindliche Hautstelle trifft, wird an einen Ort verlegt, der im gesunden Zustand von geringerer Empfindlichkeit ist; zugleich ist dieser Ort der scheinbaren Empfindung derjenige der unempfindlicheren Hauttheile, der dem Ort der wirklichen Empfindung am nächsten liegt. Berührt man also z. B. in dem oben erwähnten Fall einer Lähmung der untern Extremitäten mit Zunahme der Anästhesie von oben nach unten eine tiefer gelegene Stelle des Beines, so glaubt der Kranke die Empfindung an einer höher gelegenen Stelle zu haben, das früher feinere Gefühl der unteren Partieen ist stumpfer geworden und wird darum weiter nach oben versetzt an einen Punkt, der schon als minder empfindlich bekannt ist.

Ein fernerer Irrthum, den man sehr gewöhnlich beobachtet, ist eine Ungewissheit über die Zeit und die Dauer des Eindrucks. — Zuweilen bemerkt der Kranke nicht den Moment, wann der Eindruck aufhört, sondern er glaubt, derselbe wirke noch ein, nachdem er längst schon ein Ende hat; umgekehrt kommt es oft vor, dass der Eindruck nur im ersten Augenblick der Berührung gefühlt wird, dann aber für die Wahrnehmung verschwindet, auch wenn er noch fortwirkt. Der letztere Fall findet sich immer nur bei bedeutenderen Anästhesieen, wenn zugleich das Stadium der Reizung völlig vorüber ist und einem stationären Lähmungszustand Platz gemacht hat; der erstere Fall findet sich hingegen da, wo neben der Anästhesie noch schmerzhafte Empfindlichkeit in höherem oder geringerem Grade vorhanden ist; offenbar nimmt hier, nachdem die objective Empfindung aufgehört hat, die immer fortdauernde subjective Empfindung die Form der ersteren an, und eine solche Verwechselung verschiedener Empfindungen wird gerade durch die vorhandene Gefühlslähmung in hohem Grade begünstigt. — An das Letztere schliesst sich die Erscheinung an, die man gleichfalls nicht selten beobachtet, dass Eindrücke, die nach einander einwirken, für gleichzeitige gehalten werden, oder dass ein Eindruck, der bereits aufgehört hat, neben einem

andern soeben entstandenen noch fortzubestehen scheint. Auch hier wird sichtlich das Urtheil über den Beginn und das Ende der objectiven Empfindung theils durch die Schwäche des Gefühls theils durch die fortwährende Einmengung subjectiver Empfindungen irre geleitet.

Der eben besprochene Fall bildet unmittelbar den Uebergang zu einer weiteren Klasse von Irrthümern, die bei anästhetischen Zuständen nicht selten sich finden; sie sind begründet in einer Ungewissheit über die Zahl der stattfindenden Eindrücke. Es kann begegnen, dass ein und dasselbe Individuum an der nämlichen Hautstelle das eine Mal einen Eindruck nicht wahrnimmt, ein anderes Mal statt des einen zwei oder gar mehr Eindrücke zu fühlen glaubt. Die Zahl der Eindrücke kann also unter den gleichen Verhältnissen durch die Täuschung vermehrt oder vermindert werden, aber, sobald einmal ein Eindruck gefühlt wird, so wird sie bei weitem in den meisten Fällen vermehrt, so dass daher gewöhnlich entweder gar kein Eindruck oder mehr Eindrücke als wirklich stattfindend wahrgenommen werden. Auch diese Erscheinung findet sich allein in den Fällen, wo die Gefühlslähmung von manchfachen subjectiven Empfindungen begleitet ist, namentlich wenn die gelähmten Theile durch neuralgische Schmerzen, durch Gefühl von Ameisenkriechen, von Eingeschlafensein der Glieder heimgesucht werden. Hier tritt offenbar entweder die objective in die Reihe der subjectiven Empfindungen ein und scheint darum zu verschwinden, es wird kein Eindruck gefühlt; oder mit dem Statthaben des Eindrucks treten die subjectiven Empfindungen in seine Form über, der Eindruck wird daher verdoppelt oder vervielfacht. Es ist hieraus erklärlich, dass von diesen sich scheinbar entgegengesetzten Beobachtungen bei dem nämlichen Krankheitszustand, ja bei dem nämlichen Kranken rasch nach einander bald die eine bald die andere gemacht werden kann.

4. Zur Theorie des Gefühlssinnes.

Die schroffsten Gegensätze, die in der Erklärung der räumlichen Sinnesanschauung uns entgegentreten, sind offenbar die, dass man auf der einen Seite dieselbe ableitet aus einem ursprünglichen Vermögen der Seele, das schon mit der Existenz derselben gegeben ist, und dass man sie auf der andern Seite lediglich in fertigen Einrichtungen der die Wahrnehmung vermittelnden Organe begründet glaubt. Wir haben schon gelegentlich bemerkt, dass beide Ansichten in der That nichts erklären, weil sie auf jede wirkliche Erklärung verzichten,

dass sie aber trotzdem beide bis zu einem gewissen Punkte berechtigt sind, weil die Beschaffenheit der Wahrnehmung wie die Einrichtung der Sinnesorgane auf eine psychische und eine physische Disposition nothwendig uns hinweisen muss. Diese Ueberzeugung wird aber nicht von dem Einflusse sein dürfen, dass wir damit jede weitere Untersuchung für unnöthig halten, sondern sie wird uns nur einen willkommenen Anhaltspunkt geben, welcher in der wirklichen Untersuchung uns leitet, als deren erstes Resultat wir sie zugleich ansehen müssen.

In den verschiedenen Ansichten über das Wesen der räumlichen Wahrnehmung mittelst der Haut, die wir oben kennen gelernt haben, tritt meistens noch der eine oder der andere jener Gesichtspunkte in grosser Einseitigkeit auf; nicht selten vereinigen beide sich mit einander, und dieser scheinbare Widerspruch ist tief begründet, denn an den Bau der Organe kann die Erklärung nur so lang sich halten, als es sich um die Fortpflanzung der Eindrücke handelt, aber der active Vorgang bei der Sinneswahrnehmung, die eigentliche Auffassung, ist aus anatomischen Grundlagen nicht mehr ableitbar, die Form der Auffassung kann daher nur aus dem Wesen der Seele selber erklärt werden, oder sie ist — wenn man, wie es meistens jene Ansichten thun, von vornherein auf jede Erklärung verzichtet — einer ursprünglichen Seelenanlage zuzuschreiben. Am deutlichsten tritt uns dies in Weber's Arbeiten entgegen: die Eindrücke pflanzen nach dem Gehirne sich fort und werden dort in analoger Weise wie auf der empfindenden Fläche geordnet, jeder Empfindungskreis wird dort als Raumeinheit repräsentirt, die Eindrücke erzeugen so im Gehirn gewissermaassen ein ihnen ähnliches Bild, das von der Seele, durch ein ihr a priori zukommendes Vermögen, wieder als räumliches aufgefasst wird. Diese Theorie würde, wenn wir sie auch nicht für eine wirkliche Erklärung ansehen könnten, die Thatsachen wenigstens auf die einfachste Art erläutern; doch um allen Thatsachen, welche die Beobachtung liefert, sie anzupassen, muss, wie dies Weber in seiner neuesten Abhandlung thut, angenommen werden, dass, um eine Unterscheidung verschiedener Eindrücke möglich zu machen, eine Vielheit von Empfindungskreisen zwischen denselben befindlich sei, dass also nicht bloss die empfindenden Punkte, auf welche Eindrücke statthaben, zum Bewusstsein gelangen, sondern auch jene, welche unberührt bleiben; ja gerade durch das Nichtempfinden des zwischen den berührten Punkten liegenden Theils der empfindenden Fläche soll die Vorstellung

eines Zwischenraums zwischen den Eindrücken entstehen. Diese Erklärung bildet offenbar die schwächste Seite der Theorie, denn sie hat weder eine logische Wahrscheinlichkeit für sich, noch stimmt sie überein mit anderweitigen Erfahrungen. Dass Nichtempfundenes zur Wahrnehmung komme ist ein Widerspruch, denn wir können wohl von Empfindungen reden, die nicht wahrgenommen werden, nie aber von Wahrnehmungen, die nicht aus Empfindungen stammen. Haltbar ist diese Ansicht daher nur, wenn man annimmt, dass von den zwischen den beiden Eindrücken liegenden nicht empfundenen Empfindungskreisen aus der Erinnerung ein Phantasiebild entsteht, und wenn wir hier statt der Empfindungskreise, die weder je in unserer Anschauung noch in unserer Erinnerung vorkommen, die zwischen den Eindrücken liegende nicht empfundene Hautstrecke setzen, so entspricht dies in der That unseren eigenen Beobachtungen; aber man sieht leicht ein, dass bei dieser neuen Fassung der Theorie die Annahme der festen Empfindungskreise in der Haut und im Sensorium, auf die man noch so grosses Gewicht legt, ganz bedeutungslos wird, indem man ja schliesslich darauf hinauskömmt, dass nur durch die Erfahrung die Eindrücke getrennt und die Entfernungen, die zwischen ihnen befindlich sind, abgeschätzt werden. So hebt die Theorie der Empfindungskreise, indem sie der Beobachtung immer mehr sich anpassen will, endlich sich selbst auf und führt unmerklich und unwillkürlich zum Richtigen über.

Von psychologischer Seite hat sich Waitz insofern ein Verdienst erworben, als er eine wirkliche Erklärung der Raumanschauung zu geben versucht, obgleich diese Erklärung als eine misslungene betrachtet werden muss; denn weder hat er die Voraussetzung, auf die er sie gründet, bewiesen, noch gehen die Folgerungen, die er aus der Voraussetzung der Einheit und Einfachheit der Seele ableitet, mit Notwendigkeit aus derselben hervor. Speziell die Tastversuche hat er überdies gar nicht berücktsichtigt, ja seine Erklärung widerspricht zum Theil den Ergebnissen, die uns hier die Beobachtung liefert.

Im Gegensatze hierzu hat Lotze, indem er, die Raumanschauung als ein gegebenes Besitzthum unserer Seele annehmend, das allgemeine Problem noch zur Seite schob, sich vorzugsweise mit der Lösung der besonderen Aufgaben beschäftigt, welche bei den einzelnen Sinnen, die ihre Wahrnehmungen in die räumliche Form bringen, sich darbieten. Der psychologische Gesichtspunkt, von dem Lotze hierbei

ausgeht, ist vollkommen richtig: die Empfindungen an und für sich sind reine Intensitäten, sie können als solche keine Andeutung einer räumlichen Ausdehnung und Lage enthalten; wo diese daher in der Wahrnehmung vorkommen, da kann dies nicht auf dem Wege der Auffassung, sondern auf dem der Wiedererzeugung der Räumlichkeit sein. Aber fragen wir weiter, wie diese Wiedererzeugung im einzelnen Falle geschieht, so erhalten wir darauf keine Antwort, die uns befriedigen könnte. Sobald es sich darum handelt, den richtig erkannten Grundsatz im Besonderen durchzuführen, der psychologischen Forderung auf physiologischem Wege Genüge zu leisten, sind wir verlassen, auf wenige Andeutungen beschränkt, die weder die Sache erschöpfend behandeln noch immer eine zweifellose Gültigkeit haben. Mit dem Begriff des Lokalzeichens ist streng genommen nur dem obigen psychologischen Satze ein kurzer Ausdruck gegeben, es ist damit der physiologischen Untersuchung nur eine Aufgabe bezeichnet, die sie noch zu lösen hat, und man muss sehr vor der Meinung sich hüten, dass mit der Aufstellung eines Systems von Lokalzeichen schon irgend ein Schritt zur Lösung geschehen sei, sondern in allen Fällen wird es sich darum handeln, wie man den Begriff des Lokalzeichens definirt. Es zeigt sich nun, dass dieses Wort nicht nur bei den verschiedenen Autoren, die es gebrauchen, sondern sogar bei einem und demselben verschiedene Bedeutungen hat, so dass man es vielleicht besser ganz würde fallen lassen, um nicht den Glauben an eine Uebereinstimmung der Meinungen zu erwecken, wo in der That eine grosse Differenz derselben vorhanden ist.

Schon bei Lotze verhalten sich die Lokalzeichen bei den einzelnen Sinnen nicht analog, sondern sie sind bald ein System von Bewegungen, bald ein System von Empfindungen, davon aber wird nur das letztere, und zwar gerade beim Gefühlssinn, genauer erörtert: das Lokalzeichen ist hier die besondere Färbung, welche die Empfindung erhält durch ihre Irradiation auf umgebende Theile; die Feinheit der Unterscheidungsfähigkeit hängt daher nicht ab von der Struktur der Haut selber, sondern von der Form und Beschaffenheit der Theile, die sie überzieht. Nach dieser Hypothese müsste erwartet werden, dass die Feinheit der räumlichen Unterscheidung in sehr bedeutendem Grade von der Stärke der Eindrücke abhängt, und wenn die Eindrücke sehr schwach sind, sollte endlich auch bei der weitesten Entfernung eine Unterscheidung unmöglich werden, denn die Ausbreitung der

Empfindung hält nothwendiger Weise gleichen Schritt mit der Ausbreitung der Erregung.

Diese Ueberlegung war es vielleicht, die Meissner bestimmte, statt der Irradiation auf umgebende Theile eine Irradiation in der Haut selber zu setzen, eine Ansicht, zu der sich auch schon bei Lotze die Andeutung findet in der Vermuthung, dass „unabhängig von der Eigenthümlichkeit ihrer Aufspannung am Körper jede einzelne Hautstelle in ihrer beständigen Struktur Motive erhält, um deren willen sie gleiche Eindrücke anders als die übrigen Stellen in sich verarbeitet.“ Diese Ansicht, die allerdings viele Wahrscheinlichkeit für sich hat, erhielt aber von Meissner eine Ausführung, der man, obschon gleichfalls Lotze bereits die Andeutung dazu gegeben hat, unmöglich beistimmen kann. Wenn nämlich, um die Feinheit der Ortsunterscheidung direct der Anzahl sensibler Punkte auf einer gegebenen Hautfläche proportionel setzen zu können, gesagt wird, dass immer die Erregung einer bestimmten Zahl sensibler Punkte nothwendig sei, damit für die Seele das Lokalzeichen des Reizes entstehe, so ist dies nicht nur eine höchst unwahrscheinliche Hypothese, die durch ihre Consequenzen sich selber aufhebt, sondern es verliert auch dadurch der Begriff des Lokalzeichens völlig seine eigentliche Bedeutung. Diese lag in der Opposition gegen die Annahme fester, durch fixe anatomische Verhältnisse bestimmter Empfindungskreise. Sobald man aber die Fähigkeit der Raumunterscheidung irgendwie auf die Zahl der Nervenfasern oder der Tastorgane zurückführt, so hat man die Weber'sche Hypothese, wenn auch in anderer Form, wieder hergestellt. Und wenn man dabei auch anerkennt, dass die Uebung diese festen Verhältnisse bis zu einem gewissen Grad ändern kann, so ist dies nur ein Zugeständniss, das man der Beobachtung macht, und das ihr auch Weber gemacht hat, zugleich aber ein Zugeständniss, durch das jede Annahme fester Empfindungskreise im Grunde vernichtet wird.

Das Nämliche gilt von Czermak's früheren Hypothesen: ihm ist die einzelne Nervenfibrille das einfachste Glied unseres Raumbildes. Dennoch findet sich hier schon in gewisser Hinsicht ein Fortschritt, eine grössere Befreiung von willkürlichen anatomischen Voraussetzungen: bei Meissner war es die bestimmte Zahl der Tastorgane, die das Lokalzeichen des Reizes bedingte, bei Czermak wird es veranlasst durch die besondere Färbung, welche die erregte Nervenfibrille der Empfindung ertheilt, und er sucht nicht, wie Jener, diese reine Qualität der Empfindung noch aus irgend welchen quantitativen

Verhältnissen abzuleiten. — Noch voraussetzungsloser wird die Hypothese in der Gestalt, die ihr Czermak zuletzt gegeben hat, und man könnte sie so als eine den Thatsachen unmittelbar entnommene Deutung wohl gelten lassen, wenn nicht auch hier noch sich Einiges einmischte, was weder durch die Beobachtungen gefordert ist, noch sie näher erläutert. So wird Meissner's Idee einer Irradiation der Empfindung auf umgebende sensible Theile in etwas veränderter Gestalt wieder aufgenommen, in Folge dessen wird das „Lokalzeichen höherer Ordnung" geschaffen und dem einfachen Lokalzeichen gegenübergestellt. Ja, selbst die Empfindungskreise spielen fast noch dieselbe Rolle wie in der ursprünglichen Weber'schen Hypothese; sogar die Annahme wird noch beibehalten, dass immer ein unberührter Empfindungskreis zwischen zwei Eindrücken liegen müsse, um diese zu scheiden, und es wird darauf der Gedanke einer Messung der Empfindungskreise gegründet. — Czermak's Hypothese macht den Eindruck eines Aggregates, zu dessen Bildung Bruchstücke der verschiedensten Art zusammengeschwemmt wurden, und aus dem vielleicht ein guter Kern herauskrystallisirt wäre, wenn nicht die heterogene Masse ihn daran gehindert hätte.

Wir müssen Lotze das grosse Verdienst zuerkennen, dass er, auf unzweifelhafte psychologische Thatsachen gestützt, zuerst die richtigen Gesichtspunkte aufgestellt hat, von denen die physiologische Untersuchung des Tastsinnes ausgehen muss. Aber indem man bei der Durchführung, die man den so gewonnenen Grundsätzen zu geben versuchte, von der Annahme bestimmter anatomischer Verhältnisse ausging und mehr und mehr auf diese das Hauptgewicht legte, entfernte man sich nicht blos von dem Boden der Thatsachen, sondern man gerieth sogar zum Theil, zurückverfallend in die Theorie fester Empfindungskreise, mit jenen Grundsätzen selber in Widerspruch, und wenn man auch, sich losreissend von unbewiesenen Voraussetzungen, mehr und mehr zu einer Erklärung der Erscheinungen hinstrebt, die der Beobachtung sich unmittelbar anschliesst, so wird dieser Widerspruch doch nirgends ganz überwunden. —

Unsere Betrachtungen haben uns unvermerkt zu derjenigen Theorie des Gefühlssinnes geführt, die wir als den einfachsten Ausdruck der physiologischen Erfahrungen bei dem heutigen Stande der Wissenschaft ansehen müssen. Sie ergiebt sich aus der Entwicklungsgeschichte, von der wir oben einen Abriss zu geben versuchten, und an die sie als ihr letztes Glied sich hier anreiht, von selber, oder könnte doch leicht aus ihr

unmittelbar ihre Ableitung finden. Wir ziehen es jedoch vor, zu diesem Zwecke zu den Resultaten, welche die Beobachtung und der Versuch uns liefern, zurückzugehen; diejenige Deutung, welche sich aus der Gesammtheit der Erscheinungen am unmittelbarsten ergiebt, wird zugleich uns auf dem kürzesten Wege eine Erklärung dieser Erscheinungen liefern.

Von dem allgemeinen Problem der Entstehung der Raumanschauung sehen wir hier noch vollständig ab, theils weil die uns beschäftigenden Erscheinungen ohne Rücksicht auf dasselbe ihre Erklärung werden finden können, theils und besonders deshalb, weil diese Erklärung selber nichts Anderes als der erste Schritt ist zur Lösung jenes allgemeinen Problems, einer Lösung, die erst durch die Analyse der Wahrnehmungen des Gesichtssinnes sich vervollständigen wird.

Wenn man nach einander verschiedene Stellen der Hautoberfläche genau auf dieselbe Weise berührt, so überzeugt man sich, dass trotz der Gleichheit der den Eindruck veranlassenden Ursache die Art der Empfindung durchaus nicht überall die nämliche, sondern an jeder einzelnen Hautstelle wieder eine andere ist. Diese verschiedene Färbung der Empfindung, die von der Verschiedenheit des Ortes der Berührung herrührt, und für die der Ausdruck Lokalzeichen, wenn man ihn, nachdem er in so verschiedenem Sinne gebraucht worden ist, nicht missverstehen will, ganz passend erscheint, ist im Ganzen unabhängig von der Stärke des Eindruckes. Die letztere ist nur von Einfluss auf den Grad der Deutlichkeit des Lokalzeichens, und zwar so, dass dasselbe bei einer gewissen mittleren Stärke der Erregung am schärfsten hervortritt, während es sowohl bei schwächeren als bei übermässig starken Eindrücken an Klarheit verliert. Die Wahrnehmung des Ortes der Empfindung hängt somit ab von der durch den Ort bedingten Qualität der Empfindung. Ob diese Qualität eine von Punkt zu Punkt wechselnde ist, wissen wir nicht, wir wissen nur, dass wir bei weitem nicht im Stande sind, alle Abstufungen wahrzunehmen, die sich in der Wirklichkeit finden, und dies erschliessen wir daraus, dass es uns durch Aufmerksamkeit und Uebung gelingt, unseren Sinn für die Erkenntniss jener Verschiedenheiten immer mehr zu schärfen, ohne dass, wie es scheint, eine bestimmte Grenze vorhanden ist; es mag daher sein, dass wir auch hierin die Vollkommenheit niemals erreichen, aber in einem unendlichen Progresse uns ihr annähern können.

Diese Verschiedenheit in der Qualität der Empfindung, die von der Art des äusseren Eindruckes unabhängig ist, tritt

nun, wie die Beobachtung weiter zeigt, beim Uebergang von einer Hautstelle zu einer benachbarten mit sehr verschiedener Schnelligkeit auf. An den feinfühlenden Theilen, die vorzugsweise zum Tasten gebraucht werden, wie z. B. an den Fingerspitzen, ist die Verschiedenheit der Empfindung auf zwei sich sehr nahe liegenden Punkten schon äusserst deutlich ausgesprochen, während an Theilen von minder feinem Gefühl, wie z. B. am Rücken, an den Armen und Schenkeln, die Verschiedenheit der Empfindung erst auf entfernter liegenden Punkten merklich wird.

Die von dem Orte des Eindrucks abhängige qualitative Differenz der Empfindung ist eine unzweifelhafte Thatsache der Beobachtung. Werfen wir jedoch die Frage auf, wovon diese Differenz abhängig ist, so begeben wir uns damit schon auf den Boden der Hypothese, denn, wenn auch die Anatomie bestimmte Strukturverschiedenheiten nachweisen kann, so ist doch die physiologische Untersuchung bei weitem nicht im Stande, die Bedeutung dieser Strukturverschiedenheiten zu würdigen, und die einzige Thatsache, die sie mit Sicherheit aussprechen darf, ist eben die der qualitativen Differenz der Empfindung an verschiedenen Hautstellen bei vorhandener Gleichheit des Eindruckes und des verschiedenen Grades ihrer Abstufung an den einzelnen Körpertheilen; diese einzige Thatsache genügt aber, wie wir sehen werden, um alle Ergebnisse der Beobachtung und des Versuches daraus abzuleiten. Die Anatomen sind mehrfach, und grösstentheils veranlasst durch physiologische Betrachtungen, bestrebt gewesen, besondere Tastorgane in der Haut zu entdecken. Dieses Bestreben war bis jetzt erfolglos, denn die Organe, die man für die Funktion des Tastens in Anspruch nahm, entsprechen den an sie zu stellenden Forderungen durchaus nicht ihrer Verbreitung nach, und vielleicht nicht einmal ihrem Baue nach. Aber der physiologische Gesichtspunkt, durch den man zu der Aufsuchung derartiger Organe geleitet wurde, war nicht einmal ein richtiger, denn er steht und fällt mit der Annahme fester Empfindungskreise:. die Physiologie fordert keine einzelnen spezifischen Tastorgane; das einzige Tastorgan, das sie kennt, ist die Haut, als Sinnesorgan des Tastsinnes muss die ganze Hautfläche betrachtet werden. — Welche Bauverhältnisse es sind, in denen die Verschiedenheit der Qualität der Empfindung begründet ist, zur Beantwortung dieser Frage giebt uns die Anatomie nur einen, aber allerdings einen sehr wichtigen Anhaltspunkt: sie zeigt nämlich, dass eine Hautstelle um so reicher an Nerven ist, eine je grössere Feinheit des Gefühls

sie besitzt und eine je schärfere Unterscheidung der qualitativen Abstufungen der Empfindung ihr möglich ist. Dabei müssen wir noch auf einen Umstand aufmerksam machen, der von grosser Wichtigkeit sein dürfte. Die Zahl der auf die Flächeneinheit kommenden Nervenfasern ist nämlich für zwei gleich weit entfernte Hautstellen an einem nervenreicheren Theil viel verschiedener als an einem nervenärmeren; so ist z. B. an einer Fingerspitze die Zahl der Primitivfasern, die auf die gleiche Fläche kommt, viel grösser als an der Haut des zweiten Fingergliedes; nehmen wir aber die gleiche Entfernung am Rücken, am Arm oder selbst an der Hand, so wird hier die Verschiedenheit entweder gar nicht oder sehr wenig bemerkbar sein. Es scheint also, dass die Abstufung in der Zahl der Primitivfasern eine ähnliche ist wie die Abstufung in der Qualität der Empfindung, und hierdurch wird es wohl erst bedingt, dass diejenigen Hautstellen, die durch den grössten Nervenreichthum sich auszeichnen, immer auch die grösste Schärfe in der Unterscheidung örtlich verschiedener Eindrücke haben. — Ausser dem Nervenreichthum mögen noch solche Strukturverhältnisse der Haut, welche die Zuleitung des Reizes erleichtern oder erschweren, auf das Quale der Empfindung von Einflusse sein; hierfür spricht, dass, wenn z. B. die Epidermis durch irgend welche Ursachen eine dickere und derbere Beschaffenheit erhält, dadurch das Gefühl stumpfer wird; bei Menschen, die lange Zeit mit harten Handarbeiten sich beschäftigen, können sogar diejenigen Hauttheile, die sonst die feinste Empfindung haben, fast eine absolute Gefühllosigkeit annehmen. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der letztere Einfluss der untergeordnetere ist; so viel nämlich die Untersuchung ergiebt, sind diejenigen Verschiedenheiten, die für die Zuleitung des Reizes von Bedeutung sein können, bei weitem nicht so erheblich als die Verschiedenheiten des Nervenreichthums. Hierbei muss noch bemerkt werden, dass gerade diejenigen Hauttheile, die durch eine minder derbe schützende Bedeckung der Nerven ein e m p f i n d l i c h e r e s Gefühl haben, durchaus nicht zugleich diejenigen sind, die durch besondere F e i n h e i t des Gefühls sich auszeichnen, d. h. durch die scharfe Wahrnehmung des Ortes der Berührung; so ist z. B. die Rückenhaut sehr empfindlich gegen Eindrücke, aber ihr Gefühl ist ein stumpfes, und an der Fingerspitze ist das Gefühl weit feiner, aber minder empfindlich. Eine allzu grosse Empfindlichkeit scheint gerade für örtliche Wahrnehmungen minder geeignet zu sein, weil ein stärkerer Reiz leicht allzu heftig empfunden wird und das dadurch bedingte sub-

jective Gefühl der Unlust die Achtsamkeit auf das Object, das den Eindruck hervorruft, unmöglich macht. Anderseits darf aber auch die Unempfindlichkeit ein gewisses Maass nicht überschreiten, damit das unempfindliche nicht zugleich zum stumpfen Gefühl werde. Jedenfalls geht aus dem Gesagten hervor, dass die Bedingungen der Zuleitung des Reizes und die durch sie bedingte mehr oder minder grosse Empfindlichkeit des Gefühls auf die von dem Orte des Eindruckes abhängige Qualität der Empfindung einen Einfluss ausübt, wenn sich auch der Grad der Wichtigkeit dieses Einflusses vorerst nicht bestimmen lässt.

Der Gefühlssinn vermittelt ausser den Empfindungen des Druckes, die nur der unmittelbaren Berührung äusserer Gegenstände ihren Ursprung verdanken, noch die Empfindungen der Temperatur. Diese beruhen auf einem Ausgleichungsprocess der Hautwärme entweder mit der Temperatur der umgebenden Luft oder mit der Temperatur eines berührenden Körpers, sie sind also im letztern Fall mit Druckempfindungen verbunden. Die Druckempfindung selber ist nur dann nicht von Temperaturgefühlen begleitet, wenn der berührende Körper die gleiche Wärme hat wie die Haut. — Die Temperaturempfindungen mittelst der Haut entsprechen den Lichtempfindungen durch's Auge, sie sind nur von viel grösserer Einförmigkeit als diese, die ausser den verschiedenen Graden der Intensität noch die unendliche Mannigfaltigkeit der Farben enthalten. Die Analogie würde noch eine weit grössere sein, wäre die Haut nur ein in die Ferne wirkendes Sinnesorgan, auf das die Wärmestrahlen der Körper einwirkten, um auf ihm ein ähnliches Bild zu entwerfen, wie die Lichtstrahlen im Auge. Auch bei der Einwirkung der strahlenden Wärme, die ohne jedes Druckgefühl statt hat, ist die Empfindung eine qualitativ verschiedene an den verschiedenen Hautstellen, und wir vermögen daraus auf die Gegend zu schliessen, in welcher der Körper sich befindet, von dem die Mittheilung oder Entziehung der Wärme herrührt. Aber diese Erregung aus der Ferne, die beim Auge von überwiegender Wichtigkeit ist, tritt bei der Haut vor der Erregung durch unmittelbare Berührung so sehr zurück, dass sie bei den räumlichen Wahrnehmungen dieses Sinnesorgans gar nicht in Betracht kommt.

Denjenigen Verschiedenheiten in der Qualität der Empfindung, welche von dem Ort der Einwirkung des Reizes herrühren, steht die grosse Zahl jener Verschiedenheiten entgegen, die von der verschiedenen Art des stattfindenden Eindruckes abhängen. — Unter den Druckempfindungen gehören hierher zunächst diejenigen, die durch die verschiedene Gestalt des

berührenden Körpers bedingt sind. Das Bild dieser Gestalt wird am schärfsten wahrgenommen von den Hauttheilen, die durch die feinste örtliche Empfindung sich auszeichnen; es wird also genauer aufgefasst von der nervenreichen Haut der Finger, als von der nervenarmen Rückenhaut, und damit durch die letztere eine einigermaassen bestimmte Vorstellung von der Form der berührenden Fläche gelinge, muss diese Fläche schon eine viel bedeutendere Grösse haben. Die Fähigkeit der Gestaltenauffassung steht also in directem Verhältniss zur mehr oder minder feinen Abstufung der von dem Orte des Eindruckes abhängigen Empfindungsqualitäten. Wenn der Körper, mit dem der Eindruck gemacht wird, eine spitze Gestalt hat, so dass er bis zu einer gewissen Tiefe in die Haut einzudringen vermag, so wird eine Auffassung seiner Form nicht mehr möglich, aber, indem er unmittelbar zerstörend auf einen oder mehrere Nervenfäden einwirkt, veranlasst er das Gefühl des Schmerzes. Dieses Schmerzgefühl ist nur nach der Zahl der getroffenen Primitivfasern verschieden, und es wird darnach als ein mehr oder weniger intensives bezeichnet.

Eine zweite Reihe von Verschiedenheiten wird bedingt durch die verschiedenen Grade des Druckes, die der berührende Körper hervorbringt [1]). Auch diese Verschiedenheiten sind rein qualitativer Natur, aber wir haben uns so sehr daran gewöhnt, mit ihren Ursachen sie zu vergleichen, dass wir unmittelbar von Graden der Druckempfindung zu reden pflegen. Denken wir uns aber, wir hätten über eine den Eindruck veranlassende Kraft niemals etwas erfahren, so würden wir auch niemals etwas Quantitatives in die Empfindung hineinlegen. Das der Ursache entnommene Maass übertragen wir unwillkürlich auf die in sich selbst kein Maass enthaltende Wirkung.

Eine der eben besprochenen entsprechende Reihe von Verschiedenheiten finden wir bei den Temperaturempfindungen. Die verschiedenen Wärme- und Kältegrade bedingen eine ebenso grosse Menge von verschiedenen Empfindungsqualitäten. Auch diese sind wir gewohnt als gradweise Abstufungen anzusehen, und eine Unterscheidung wird uns erst unmöglich bei den

---

[1]) Darin, dass die objective Empfindung bei stärkeren (wie bei schwächeren) Eindrücken undeutlicher wird, kann offenbar kein Grund liegen, die heftigeren Empfindungen als Druckempfindungen von der einfachen Tastempfindung zu unterscheiden. Auch beim Auge wird Niemand das Sehen mässig leuchtender Gegenstände ein anderes Sehen, als das von sehr schwach oder sehr grell leuchtenden Gegenständen nennen, und doch ist namentlich bei den letzteren die genaue Auffassung bedeutend erschwert.

Extremen der Temperatur, welche die Nervensubstanz örtlich zerstören und dadurch das überall ähnliche Gefühl des Schmerzes hervorrufen. Aber indem wir die Temperaturempfindungen als gradweise auffassen, begehen wir den ähnlichen Irrthum wie bei den Druckempfindungen: auch bei der Wärme und Kälte scheint uns das von aussen her genommene Maass in der an und für sich rein qualitativen Empfindung zu liegen.

Alle diese Verschiedenheiten, die von der Intensität der äussern Einwirkung herrühren, haben das Gemeinsame, dass sie an allen Theilen der Hautfläche mit ungefähr gleicher Schärfe aufgefasst werden. Die Genauigkeit, mit der wir die Grade der Temperatur oder die Grade des Druckes, der durch Gewichte auf unsere Haut ausgeübt wird, unterscheiden, ist, wie E. H. Weber durch Untersuchungen bewiesen hat, überall annähernd die nämliche. Ohne Zuhülfenahme des Muskelgefühls kann man bei grosser Aufmerksamkeit noch Gewichte unterscheiden, die sich wie 29 : 30 verhalten; ebenso nimmt man unter günstigen Verhältnissen gewöhnlich noch einen Temperaturunterschied wahr, der $^2/_5$—$^1/_5$ Grad der Réaumur'schen Scala beträgt.

Wir haben gesehen, dass die quantitativen Schätzungen des Druckes und der Temperatur lediglich auf Schlüssen beruhen, die aus so oft wiederholten Erfahrungen entnommen sind, dass sie immerwährend unbewusst sich vollziehen. Aber wir haben auch ferner gesehen, dass bei den räumlichen Bestimmungen, die wir mit dem Gefühlssinne ausführen, in der Empfindung selber nichts Quantitatives, nichts was irgend etwas über räumliche Verhältnisse aussagte, enthalten ist; auch hier haben wir es blos mit Empfindungs*qualitäten* zu schaffen, auch das räumliche Maass muss daher erst aus der Erfahrung gewonnen werden.

Legen wir uns zuerst die Frage vor: Wie gelangen wir zur Kenntniss des *Ortes*, an dem ein Eindruck stattfindet? — Jeder Punkt unserer Hautfläche theilt, wie mehrfach erwähnt wurde, der Empfindung eine Eigenthümlichkeit mit, welche die Qualität derselben in bestimmter Weise modificirt. Wie die ganze Empfindung an und für sich über ihren objectiven Ursprung nichts aussagt, sondern nur als eine Veränderung im Zustand des empfindenden Subjectes auftritt, so wird auch jede Modification derselben, mag sie nun in der Art oder im Orte der Erregung begründet sein, in sich keinerlei Andeutung ihrer Ursache enthalten. Erst die Erfahrung ermöglicht es, diejenigen Qualitäten, die durch die Form der äusseren Einwirkung bedingt sind, von jenen zu scheiden, die

von der Stelle des Eindruckes abhängen, und jede im einzelnen Falle auf ihre besondere Ursache zurückzubeziehen. Da nun die Erfahrung uns von frühe an zeigt, dass jede Hautstelle ihr besonderes Quale der Empfindung besitzt, so muss, sobald dieses Quale als theilweiser Inhalt einer Wahrnehmung auftritt, zugleich die Vorstellung der ihm entsprechenden Stelle geweckt werden. Diese Vorstellung liefert bei weitem in den meisten Fällen der Gesichtssinn, dessen örtliche Wahrnehmungen denen des Tastsinnes vorangehen; eine Ausnahme davon macht nur der Blindgeborene. Auf diese Weise verknüpfen sich die Vorstellungen der einzelnen Theile unserer Körperoberfläche auf's innigste mit den durch sie veranlassten Empfindungsqualitäten. Nichts desto weniger liegt zwischen der Empfindung und ihrer Beziehung auf den Ort, wo sie statt hat, offenbar noch ein psychischer Act, und zwar eine Schlussfolgerung, die aber nicht in's Bewusstsein fällt.

Beim Blindgeborenen, der durch die begleitenden und vorausgegangenen Erfahrungen des Gesichtssinnes nicht unterstützt wird, geschieht die Wahrnehmung des empfindenden Ortes auf eine viel langsamere und mühsamere Weise. Der Blinde erhält die Vorstellung seines Leibes lediglich durch das eigene Betasten. Indem er mit dem Finger oder der Hand verschiedene Stellen seines Körpers betastet, entstehen in den Muskeln des Arms ebenso viel verschiedene Muskelgefühle. Diese werden ihm aber auf eine Weise, die wir in einer späteren Abhandlung noch erörtern werden, ein Maass der verschiedenen Entfernungen. So erhält er eine Vorstellung von der gegenseitigen räumlichen Lagerung der einzelnen Punkte seiner Hautoberfläche, und indem ihm zugleich bei jedem Punkt das demselben entsprechende Quale der Empfindung sich einprägt, wird er in den Stand gesetzt, auch den Ort anzugeben, an dem Eindrücke stattfinden, die von aussen einwirken, und für deren örtliche Feststellung er ebenso wenig sein Muskelgefühl zur Benutzung herbeizieht, wie der Sehende seinen Gesichtssinn.

Da die Bestimmung des Ortes der Empfindung abhängt von der grössern oder geringern Deutlichkeit, mit der differente Empfindungsqualitäten von einander unterschieden werden, so ist es erklärlich, dass diese Bestimmung bei weitem nicht immer mit der gleichen Genauigkeit geschieht. Ausser der wechselnden Aufmerksamkeit und der Ermüdung sind in dieser Hinsicht zwei Einflüsse von Bedeutung: erstens die mehr oder minder feine Abstufung in den örtlichen Empfindungsverschiedenheiten und zweitens die Uebung. Je schärfer ausgesprochen die qualitative Eigenthümlichkeit einer berührten Stelle ist im

Vergleich zu benachbarten Punkten, mit um so grösserer Schärfe muss sie nothwendig erkannt werden; je mehr man sich ferner in der Unterscheidung verschiedener Eindrücke geübt hat, um so besser muss es gelingen, auch feinere Differenzen noch wahrzunehmen, die dem ungeübteren Beobachter entgehen, und dadurch den Ort der Empfindung mit immer grösserer Genauigkeit festzustellen.

Auf ähnliche Weise erklärt es sich leicht, dass bei diesen örtlichen Bestimmungen mannigfache Täuschungen vorkommen. Diese finden sich in bedeutendem Grade namentlich dann, wenn die Hautsensibilität durch irgend welche Einflüsse sich plötzlich verändert, so bei ganz gesunden Individuen, wenn die berührten Hauttheile durch die Einwirkung hoher Kälte- oder Wärmegrade einen Zustand vorübergehender Gefühlsstumpfheit angenommen haben, namentlich aber bei all' den Krankheiten, die mit Anästhesie oder auch mit Hyperästhesie der Haut verbunden sind. Hier wird dadurch, dass die von dem Orte des Eindruckes abhängigen Empfindungsqualitäten sich änderten, die Bestimmung dieses Ortes entweder ganz unmöglich oder aber irrthümlich, indem derselbe mit anderen Stellen von ähnlicher Empfindung verwechselt wird.

Wenn zwei gleichartige Eindrücke auf eine Hautstelle einwirken, so gestaltet sich die Sache je nach der Entfernung dieser Eindrücke verschieden. — Es giebt nämlich, wie wir wissen, ein gewisses Minimum der Entfernung, unter dem die Eindrücke nicht mehr geschieden werden, sondern in eine einzige, ungetrennte Wahrnehmung zusammenfliessen; dieses Minimum ist für verschiedene Hautstellen sehr verschieden, es ist identisch mit dem Durchmesser der sogenannten Empfindungskreise. Die Grösse der Empfindungskreise steht nun ganz wie die Schärfe der Ortsbestimmung des Eindruckes in einem constanten Verhältnisse zur mehr oder minder feinen Abstufung der örtlichen Empfindungsqualitäten. Je schärfer diese an zwei benachbarten Hautpunkten hervortritt, um so kleiner ist der Empfindungskreis, und ebenso umgekehrt. Hieraus folgt, dass zwei Eindrücke, die in einen und denselben Empfindungskreis fallen, nur dadurch in einen verschmelzen, dass das von dem Ort des Eindruckes abhängige Quale der Empfindung im Bereich dieses Empfindungskreises, d. h. auf einer Hautstrecke von bestimmter Grösse, von unmerklicher Verschiedenheit ist. Damit ist aber zugleich ausgesprochen, dass jenes Minimum der Entfernung durchaus kein unveränderliches ist; die Empfindungskreise sind, wie dies in

der That die Beobachtung zeigt, von äusserst veränderlicher Grösse; sie sind abhängig von der Aufmerksamkeit, von der Ermüdung und von anderen Zuständen des Tastorgans und endlich in sehr hohem Grade von der Uebung. Alle diese Verhältnisse müssen mit der Veränderung in der Feinheit der Auffassung von Empfindungsverschiedenheiten eine Veränderung in der Grösse der Empfindungskreise herbeiführen, denn diese ist ja nur der Ausdruck jener Feinheit der Unterscheidung und ein Maass für dieselbe.

Innerhalb *eines* Empfindungskreises können jedoch noch verschiedene Empfindungen zur Wahrnehmung kommen. Dies gilt von jenen Verschiedenheiten, die nicht von dem Ort, sondern von der *Art* des äussern Eindruckes abhängig sind. Setzt man z. B. von den zwei sich so genäherten Zirkelspitzen, dass sie nicht mehr räumlich getrennt werden können, die eine stärker, die andere schwächer auf, so ist die Empfindung eine ganz andere, als wenn man beide mit gleicher Stärke aufsetzt; man glaubt von einem Stabe berührt zu werden, der irgendwo einen grössern Druck ausübt, als an einer andern Stelle, aber über das räumliche Lageverhältniss beider Empfindungen bleibt man unsicher, obgleich man, in der Ueberzeugung, dass verschiedene Empfindungen nur von verschiedenen Eindrücken herrühren können, bestrebt ist, beide von einander zu trennen. Aehnlich verhält es sich bei der Einwirkung ungleicher Temperaturen innerhalb eines und desselben Empfindungskreises, wie dies schon *Czermak* beobachtet hat; auch hier wird man durch den Verstand fortwährend zu einer räumlichen Sonderung beider Eindrücke getrieben, ohne doch in der Empfindung selber hierzu einen bestimmten Anhaltspunkt zu bekommen; die Folge davon ist ein eigenthümliches Schwanken des Urtheils. — Es ergiebt sich somit, dass ein und derselbe Empfindungskreis zur Perception verschiedener Eindrücke, aber nicht zur Erkennung ihres räumlichen Lageverhältnisses geschickt ist; auch in ihm fliessen daher nicht alle Eindrücke in einen einzigen zusammen, sondern es können in ihm noch *unräumliche* Unterscheidungen stattfinden, die uns blos deshalb in Verlegenheit setzen, weil wir alle unsere Wahrnehmungen mittelst der Haut zu lokalisiren gewohnt sind; diese Gewohnheit zwingt uns auch hier, die Eindrücke in ein Lageverhältniss zu setzen, aber die Ueberlegung sagt uns zugleich, dass wir dieses Verhältniss nie sicher zu bestimmen vermögen. Dagegen fliessen stets Eindrücke, die nicht nur eine gleichartige Hautstelle treffen, sondern auch an und für sich gleich sind, zusammen. *Alle qualitativ identischen*

Empfindungen sind untrennbar für unsere Wahrnehmung.

Während Eindrücke von verschiedener Art oder Stärke, wenn sie in denselben Empfindungskreis fallen, die Ursache sind, dass eine Differenz wahrgenommen wird, wo sonst eine Verschmelzung stattfinden würde, ist bei örtlich entfernteren Eindrücken sehr oft gerade das Umgekehrte der Fall. So haben wir gesehen, dass, wenn man die Zirkelspitzen in einer Entfernung, in der sie bei gleichmässigem Aufsetzen deutlich geschieden zur Wahrnehmung kämen, mit ungleicher Stärke andrückt, der stärkere Eindruck den schwächeren oft zum Verschwinden bringt; und dies geschieht sogar um so leichter, je weiter beide Eindrücke örtlich von einander entfernt sind. Offenbar wird hier die gleichzeitige Wahrnehmung dadurch gestört, dass ausser der von dem Ort der Berührung auch noch die von der Art derselben abhängige Verschiedenheit zur Empfindung kommt. Es ist aber ein überall sich bestätigendes psychologisches Factum, dass jede Auffassung um so schwieriger wird, je zusammengesetzter sie ist, so dass sie bei einer gewissen Grenze nothwendig ihre Vollständigkeit verlieren und einen Theil des Empfindungsinhaltes vernachlässigen muss; der vernachlässigte Theil pflegt aber derjenige zu sein, der dem schwächeren Eindrucke seinen Ursprung verdankt.

Aehnlich verhält es sich, wenn die Zahl der räumlich geschiedenen Eindrücke eine gewisse Grenze überschreitet. Während zwei gleichartige Eindrücke, wenn sie in der gehörigen Entfernung einwirken, immer gleich deutlich wahrnehmbar sind, kommt es bei dreien schon öfter vor, dass einer derselben verschwindet; noch mehr ist dies bei vier Eindrücken der Fall, und wird die Zahl noch grösser, so wird ein Zusammenfassen und eine Angabe derselben häufig ganz und gar unmöglich. Wo sie aber möglich wird, da geschieht dies erst nach einiger Zeit: successiv werden die Vorstellungen der einzelnen Eindrücke dem Bewusstsein vorgeführt und dann erst alle zusammen zu einem Gesammtbild vereinigt, jede der zusammensetzenden Empfindungen muss zuerst einzeln aufgezählt werden, bevor ihre Summe zu einer gleichzeitigen, einheitlichen Wahrnehmung sich verbindet. Uebersteigt diese Summe eine gewisse Zahl, die verschieden ist nach der grösseren oder geringeren Aufmerksamkeit, so entsteht entweder eine verlegene und resultatlose Unentschiedenheit, oder einige der stattfindenden Eindrücke werden geradezu vernachlässigt und daher ihre Summe kleiner angegeben, als sie in Wirklichkeit ist.

Betrachten wir den Fall, wo nur zwei Eindrücke stattfinden, näher, so zeigt es sich, dass auch hier die gleichzeitige Wahrnehmung nicht so plötzlich geschieht, als dies auf den ersten Blick scheinen mag, und vollends zur deutlichen Vorstellung ihrer Entfernung ist schon ein ziemlich zusammengesetzter psychologischer Vorgang erforderlich. Selbst bei nur zwei Eindrücken lehrt uns die Selbstbeobachtung, dass zuerst der eine, dann der andere und dann erst ihre Zweiheit zur Wahrnehmung kommt; auch hier gewinnen wir also die Summe erst durch Aufzählen des Einzelnen, und dieser Act des Aufzählens fällt sogar in's Bewusstsein, aber er ist bei einer so geringen Zahl von Eindrücken so schnell beendet, dass uns die zwei Empfindungen alsbald mit einander gegeben zu sein scheinen, und dass es nur der aufmerksamsten Selbstbeobachtung gelingt, die Seele noch zu erhaschen, während sie das Getrennte zum Ganzen zusammenfügt.

Mit jeder einzelnen Empfindung verbindet sich unwillkürlich die Vorstellung des Ortes, an welchem sie stattfindet. Sobald die zwei Empfindungen als gleichzeitige in der Wahrnehmung sind, so ist daher auch schon eine dunkle Vorstellung von der Hautstrecke, welche die Eindrücke umfassen, gegeben; dadurch werden eben die Eindrücke sogleich als räumlich geschiedene aufgefasst. Aber über die Grösse ihrer räumlichen Trennung lässt noch durchaus nichts Bestimmtes sich aussagen, denn dazu ist jene Vorstellung eine allzu undeutliche. Gewöhnlich erst wenn man durch eigenen oder fremden Antrieb sich zur messenden Schätzung entschliesst, wird ein klareres Bild des ganzen Körpertheils und der berührten Punkte geweckt, und damit ist erst die bestimmte Vorstellung des Zwischenraums gegeben, der sich zwischen den Eindrücken befindet. Auch hier, wie bei der einfachen Bestimmung des Orts der Berührung, sind es die vorausgegangenen Erfahrungen des Gesichtssinnes, die der Einbildungskraft das Bild jenes Zwischenraums liefern; beim Blindgeborenen wird ohne Zweifel statt dessen die Erinnerung an die Muskelgefühle geweckt, die der Betastung jeder einzelnen Stelle vorangingen, und die Verschiedenheit in dem Grade dieser Gefühle giebt ein Maass ab für die Entfernung der Eindrücke. — Wie sehr die öftere Controle durch's Auge, die Tastbewegungen der empfindenden Theile sowie die Uebung auf diese Schätzungen von Einfluss sein müssen, bedarf hiernach keiner Erklärung mehr. Alles, was in dieser Hinsicht sich ableiten liesse aus dem, was wir über die ganze Entstehung unserer räumlichen Messungen mit dem Gefühlssinne kennen lernten, hat früher der Versuch uns bestätigt.

Die Zergliederung der örtlichen und räumlichen Wahrnehmungen mittelst der Haut zeigt uns, dass dieselben nicht unmittelbar mit der Empfindung gegeben sind, sondern dass zwischen der Empfindung und ihrer Wahrnehmung ein psychischer Vorgang noch in der Mitte liegt. Bei der Wahrnehmung des Ortes, an dem ein Eindruck stattfindet, geschieht die Ortsbestimmung erst durch die nothwendige Verknüpfung des Quale der Empfindung mit der durch den Gesichtssinn oder das Muskelgefühl von früher her gegebenen Vorstellung. Bei der Wahrnehmung der Entfernung, die zwischen zwei Eindrücken befindlich ist, wird die Seele dadurch, dass sie zwei verschiedene Ortsempfindungen wahrnimmt, gezwungen, einen Zwischenraum zwischen dieselben zu setzen und diesen Zwischenraum aus der gleichfalls durch den Gesichtssinn oder durch Muskelgefühle gegebenen Erfahrung sich vorzustellen. Der psychische Vorgang, der bei dieser Sinneswahrnehmung statt hat, ist demnach überall ein und derselbe, er ist derselbe, mag die Wahrnehmung eine einfachere sein, wie die blosse Ortswahrnehmung, oder eine zusammengesetztere, wie die räumliche Flächenwahrnehmung; nur wiederholt sich hier derselbe Process, der dort nach einmaligem Ablauf die Wahrnehmung fertig macht, mehrmals nach einander. Dieser Process ist ein unbewusster, und es lässt nur aus den Momenten, die in's Bewusstsein fallen, sich auf ihn schliessen. Wenn wir aber, jene unbekannten Glieder ergänzend, in's Bewusstsein ihn übersetzen, so nimmt er die Form des *Schlusses* an. Der *unbewusste Schluss* ist der Vorgang, der an die Sinnesempfindung sich anreiht, und nach dessen einfachem oder öfterem Ablauf sie erst zur Wahrnehmung wird.

Ueber den Wassergehalt im Gehirn bei Typhus.

Von

Prof. Dr. Buhl in München.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich mich bezüglich der Aetiologie des Typhus jenen Pathologen angeschlossen, welche annehmen, dass demselben primitiv eine Blutvergiftung zu Grunde liege. Ich fügte weiter hinzu, dass zweifelsohne die ersten Erscheinungen im Nervensysteme wohl von jener primitiven Blutvergiftung herrühren, dass sie aber nicht blos die direkten Folgen des Contaktes mit dem Gifte sein könnten, sondern aus einer Reihe und Combination von Vorgängen möglich gemacht werden müssten.

Damals schon suchte ich Beweise für diese meine Behauptung zu gewinnen und kam sofort zu dem Schlusse, dass das Typhusgift im Blute durch Vermittelung des abgeänderten Stoffwechsels mehr oder weniger consumirend auf die Hirnsubstanz wirke, indem in den späteren Stadien der Krankheit und um so mehr, je schwerer dieselbe war, eine Volumabnahme des Gehirnes anatomisch nachweisbar sei, ein Zustand, welchen ich „akute Hirnatrophie“ nannte. In den früheren Stadien dagegen, wenigstens für jene durch aussergewöhnlich heftige Gehirnerscheinungen, tetanische und maniakalische Zufälle, selbst durch plötzlichen Tod ausgezeichnete Formen könne ein mehr oder weniger deutliches Hirnödem angenommen werden. Eine ausgebreitete, feste, fibröse Verwachsung der dura mater

---

[1]) Bericht über 280 Leichenöffnungen, in dieser Zeitschrift N. F. Bd. VIII. pag. 20 etc.

an der inneren Schädeltafel war fast regelmässig der eigenthümliche Begleiter des akuten Hirnödems.

Seit jener Zeit erprobte sich im Allgemeinen das Angegebene an beiläufig 300 Typhusleichen und ist nur hinzuzufügen, dass neben der Verwachsung der dura mater auch ältere und frische Osteophytbildungen an der inneren Schädeltafel, ferner tiefe Gruben in Folge massenhafter Pacchionischer, die harte Hirnhaut durchbohrender Granulationen hie und da vorkamen, dass 4 mal Blutaustritt in den Arachnoidealraum zugegen war und unvollkommene Lähmungserscheinungen bedingte, dass die Gefässhaut mehrmals Ecchymosen zeigte, dass zweimal frische Meningitis, einmal eine die ganze linke mittlere Schädelgrube ausfüllende seröse Subarachnoidealcyste gefunden wurde (Fall von Selbstmord im Typhus), dass zweimal mit Lähmung einhergehende Capillarapoplexie in der Hirnsubstanz sich ausgebildet hatte — Momente, welche bei den beobachteten heftigen Hirnerscheinungen mit in Anschlag zu bringen sind.

Allein es kamen mir auch Fälle aus den früheren Stadien des Typhus vor, bei welchen wohl heftige Hirnerscheinungen beobachtet worden waren, aber die Verwachsung der dura mater und jede sonstige auffallendere Veränderung in den inneren Schädelorganen fehlte und welche überhaupt das Ungenügende der anatomischen Merkmale bewiesen.

Ich suchte deshalb mir auf anderem Wege ein exakteres Bild von den Veränderungen im Gehirne zu verschaffen und zwar durch Bestimmung des Wassergehaltes. Herr Feichtinger, Assistent Prof. Pettenkofer's im chemischen Laboratorium des physiologischen Institutes, hatte die Güte dieselbe zu übernehmen. Ich benutzte dazu stets nur die Hemisphären des Grosshirnes und verglich vorerst in 7 Fällen graue Rinden- und weisse Marksubstanz, wobei sich herausstellte, dass die graue im Mittel 13% wasserreicher sei, als die weisse. In 8 anderen Fällen verglich ich die weisse Substanz der Vorder- und Hinterlappen, um zu erfahren, ob es gleichgiltig sei, von welcher Stelle man das zu untersuchende Stückchen nimmt, und namentlich ob die Lage der Leichen auf dem Rücken die Hinterlappen wasserreicher, die Vorderlappen aber wasserärmer mache.

Das Resultat fiel zu Gunsten der Vorderlappen aus, denn der durchschnittliche Wassergehalt aus allen 8 Untersuchungen betrug in den Vorderlappen um 3% mehr als das der Hinterlappen.

Die Sache gestaltet sich noch anders, wenn man die Gehirne mit ähnlichem Wassergehalte zusummenstellt. Bei fünfen betrug er aus den Vorderlappen im Mittel

76,24%, bei eben diesen aus den Hinterlappen
70,05%, was eine Differenz von
6,19%

ausmacht, um welche die Vorderlappen reicher an Wasser waren, als die Hinterlappen.

Bei dreien dagegen betrug er aus den Hinterlappen im Mittel

70,42%, bei eben diesen aus den Vorderlappen
67,90%, Zahlen, aus deren Differenz sich ergibt, dass die Hinterlappen um
2,52% wasserreicher waren, als die Vorderlappen.

Die ersteren 5 Typhusfälle waren sämmtlich von kurzer, höchstens 3 wöchentlicher Krankheitsdauer, den letzteren drei dagegen kam eine längere Dauer der Krankheit zu, nämlich 4, 6 und 10 Wochen.

Daraus geht mit Bestimmtheit hervor, dass in frischen Fällen die Vorderlappen relativ reicher an Wasser sind und dass es so fest an die Gewebtheile der Hirnsubstanz gebunden sei, dass eine Senkung desselben nicht möglich ist. Dagegen könnte bei langdauerndem Krankenlager im Gegensatze zu den frischen Fällen eine derartige Senkung allerdings behauptet werden; allein es liesse sich aus den gefundenen Zahlen eben so gut folgern, dass die Hinterlappen in Bezug auf den Wassergehalt kaum eine Aenderung erfahren und dass nur die Vorderlappen entschiedenen Schwankungen unterworfen seien.

Bei den weiteren Untersuchungen wurde sofort nur mehr weisse Substanz aus den Vorderlappen genommen und zwar unter Anwendung aller Cautelen, welche dabei nothwendig sind. Die Summe der weiteren Beobachtungen beträgt 16, eine Zahl, welche allerdings gering ist; gleichwohl scheint mir das Ergebniss schon einer Veröffentlichung werth zu sein. Die betreffenden Individuen standen in einem Alter von 19 bis 32 Jahren. Die erste Hälfte der Beobachtungen betrifft Fälle aus der *Periode der eigentlichen Typhuserkrankung*, bei welchen die Dauer der Krankheit nicht über 3 Wochen hinausgeht; die zweite Hälfte dagegen Fälle aus der *Periode der Sekundärprocesse*, bei welchen die Krankheit 4 bis 10 Wochen dauerte.

Tabelle I.

Beobachtung. Nr.	Dauer der Krankheit.	Wassergehalt der weissen Substanz der vorderen Hirnlappen.
1	19 Tage	70,45%
2	16 -	77,82%
3	18 -	73,21%
4	14 -	79,31%
5	19 -	71,15%
6	13 -	78,38%
7	18 -	77,55%
8	3 Wochen	72,40%
	im Mittel	75,05%

Tabelle II.

1	5 Wochen	68,23%
2	5 -	70,06%
3	4 -	69,13%
4	10 -	65,65%
5	4. Woche	71,28%
6	6 Wochen	70,14%
7	4 -	67,91%
8	4 -	69,62%
	im Mittel	69,%

In jeder dieser Tabellen sind auf den ersten Blick schon bedeutende Schwankungen ersichtlich und würden dieselben bei einer grösseren Anzahl von Beobachtungen wohl noch deutlicher hervortreten.

Als dritte Tabelle füge ich die Bestimmung des Wassergehaltes von 8 Gehirnen 19—38jähriger (also in einem ähnlichen Alter wie meine Typhustodten stehender) Individuen hinzu, welche v. Bibra untersuchte[1]):

Tabelle III.

76,68
74,83
77,99
73,25
74,90
74,81
75,90
76,41
im Mittel 75,55%,

[1]) Schlossberger's vergl. Thier-Chemie I. pag. 56.

eine Ziffer, welche den Wassergehalt für das ganze Gehirn, weisse und graue Substanz zusammen, bezeichnet. Lässt man nun den durchschnittlichen Unterschied zwischen grauer und weisser Substanz, wie er von mir gefunden wurde, gelten, nämlich 13%, so stellt sich als *Normalgehalt des Gehirnes an Wasser in der weissen Substanz*: 69,50% heraus.

Aus dem Vergleiche dieser 3 Tabellen ergibt sich:

1) *dass der Wassergehalt des Gehirnes in den ersten 3 Wochen des Typhus regelmässig vermehrt sei* und zwar

	75,03
	69,05
um	5,98%

durchschnittlich zugenommen haben muss.

Dieses Verhältniss wird noch auffallender, wenn man die Fälle kürzester Dauer der Krankheit, nämlich Tab. I. Nr. 4 und 6 mit der Norm vergleicht:

	79,31
	78,38
gibt im Mittel	78,84%
	69,05; denn hier zeigt sich eine Erhöhung
von	9,79%.

Im Gegensatze dazu betragen die übrigen Fälle aus der 3. Woche im Mittel nur mehr 73,91%, was eine Differenz vom Normalen von 3,86% mehr ergibt.

Daraus folgt weiter:

2) *dass die Zunahme des Wassergehaltes am Schlusse der ersten 2 Wochen der Erkrankung am Bedeutendsten ist und in der 3. Woche allmälig wieder abnimmt*, wie der Reihe nach der Fall Nr. 2, 7, 3, 5, 1 und 8 darthun.

Die Ungleichheiten des Wassergehaltes in gleichen Zeiträumen des Typhus dürften sich aus der Verschiedenheit schon in der normalen Menge des Wassers der betreffenden Individuen, insbesondere aus dem Alter erklären und könnten dieselben auch als Beweis dienen, dass die Steigerung, d. h. die Intensität, womit das Gehirn überhaupt im Typhus afficirt wird, sich nicht jeder Zeit gleich verhalte, ja dass es selbst frei bleiben könne. Recidiven scheinen im Stande zu sein, neuerdings einen erhöhten Wassergehalt zu erzeugen. Die Fälle

Nr. 2 und 5 der Tab. II. waren Recidive und ist die höhere Ziffer ihres Wassergehaltes gegenüber den anderen vielleicht dadurch zu erklären.

3) Nach Ablauf des eigentlichen Typhus sinkt der Wassergehalt auf das Normale zurück.

In einzelnen Fällen sinkt er sogar unter das Normale (Tab. II. Nr. 4, 1, 7), was entweder mit der längeren Dauer der Secundärprocesse oder mit dem grösseren Intensitätsgrade der Krankheit überhaupt zusammenhängen dürfte.

Es wäre nun wünschenswerth, den höheren oder geringeren Wassergehalt des Gehirnes schon durch anatomische Merkmale annäherungsweise bestimmen zu können. Dafür fehlen uns jedoch scharfe Grenzen, unser Gesicht und Tastgefühl sind trügerisch und obwohl die Extreme des Wassergehaltes auch anatomisch auseinandergehen, so sind wir doch nicht im Stande die unmerklichen Uebergänge zu charakterisiren. Dazu kömmt noch, dass vorausgegangene andere Krankheiten die Beurtheilung des dem Typhus zukommenden Verhaltens trüben können. Ich muss mich daher auf die allgemeinsten Merkmale, auf ein Mehr oder Weniger derselben beschränken.

Dem vermehrten Wassergehalt des Gehirnes parallel gehen an frischen Leichen, natürlich ganz abgesehen von den bereits erwähnten seltneren Veränderungen in den Hirnhäuten, folgende Erscheinungen:

In den Blutleitern der harten Hirnhaut eine ziemliche Menge dünnflüssigen, dunkeln Blutes; die harte Hirnhaut selbst blutreich. Die Arachnoidea glänzend, das Hirnmark von normaler Consistenz oder mehr oder weniger gelockert, weich, leicht zerreisslich in der Quere der Faserzüge, namentlich am Gewölbe und Septum pellucidum, auf dem Durchschnitte mattglänzend; in extremen Fällen scheint es geschwellt und geht seine Turgescenz selbst bis zur Abplattung der Hirnwindungen; die graue Substanz dunkel, die Marksubstanz schmutzigweiss, seltener reinweiss, die subarachnoidealen und Ventrikelräume von normaler Weite oder beengt, enthalten nur unbedeutende Mengen Flüssigkeit; die Gefässhaut zwischen den Windungen capillar injicirt und ödematös, dagegen auf der Höhe abgeplatteter Windungen durch Compression blutarm. Wahrscheinlich Vertreibung der Cerebrospinalflüssigkeit in die Rückgratshöhle.

Der hier charakterisirte Zustand würde besonders in seinem Extreme am füglichsten akutes Hirnödem genannt werden können, wie ich es schon früher gethan habe und nun durch

die vorliegenden Bestimmungen des Wassergehaltes bestätigt finde. Da die angegebenen Merkmale leicht für Fäulnisszeichen gehalten werden könnten, so können sie auch nur Geltung haben in frischen Leichen, um so mehr als diese Gehirne rascher als andere faulen.

Dem wieder verminderten Wassergehalte des Gehirnes in den Secundärprocesse nach Typhus gehen folgende Erscheinungen parallel:

Die Blutleiter der harten Hirnhaut enthalten wenig Blut und ist häufig ein Fasergerinnsel abgeschieden. Die Hirnsubstanz ist derb, dicht, nicht zerreisslich, sondern längs seiner Faserzüge spaltbar, auf dem Durchschnitte meist stark glänzend; die graue Substang gewöhnlich blass, das Mark blendend weiss, und zeigt aus zahlreichen klaffenden Gefässen Austritt wässeriger Bluttröpfchen. Die Arachnoidea ist milchig getrübt, die Gehirnoberfläche erscheint unter derselben collabirt, denn die subarachnoidealen und Ventrikelräume sind mehr oder weniger erweitert und ex vacuo mit einer auffallend grossen Menge Wasser gefüllt; die grösseren Venen der Gefässhaut erweitert und strotzend mit Blut gefüllt, namendlich längs der Sylvischen Grube uud der grösseren Sulci, die kleinen Gefässe meist blutarm.

Der hier charakterisirte Zustand würde wegen der augenfälligen Volumenverminderung der Hirnsubstanz am füglichsten akute Hirnatrophie genannt werden, ein Name, den ich ebenfalls schon früher gebraucht und der mir gegenwärtig, wo die damit Hand in Hand gehende Wasserverminderung in der Hirnsubstanz erwiesen ist, noch mehr gesichert erscheint. Freilich bliebe dabei vorläufig die Frage offen, ob damit das Gehirn wirklich an fester Substanz verloren habe, oder ob man es einfach blos mit einer Verdichtung derselben zu thun habe, hervorgerufen durch die mit der Abnahme des Wassergehaltes gleichzeitige Abnahme des Blutgehaltes, also durch Collaps; oder endlich ob das zarte Gewebe des Gerüstes der Hirnsubstanz etwa einen indurirenden Zuwachs erhalten habe.

Ist beim Typhus in seiner ersten Periode der Wassergehalt des Gehirnes an und für sich in der Regel vermehrt, so wird der Verwachsung der dura mater und allen weiteren in den Hirnhäuten vorkommenden Veränderungen die wahre Schranke ihrer Bedeutung angewiesen. Sie sind im Stande, den Wassergehalt des Gehirnes während des Typhus ungewöhnlich zu verstärken und ist bei sehr intensiven Erschei-

nungen ihre Gegenwart auch stets mit Wahrscheinlichkeit zu diagnosticiren.

Ehe ich weiter gehe, scheint mir noch hervorgehoben werden zu müssen, dass man durch die stark glänzende Beschaffenheit der Durchschnittfläche des Gehirnes verführt werden könnte, einen grösseren Wassergehalt anzunehmen; gemäss der Wasserbestimmungen verhält sich dies aber gerade gegentheilig und ist jene Beschaffenheit nur auf die Verdichtung der Substanz zu schieben. Ferner scheint mir erwähnenswerth, dass ein bereits atrophisches consistenteres Gehirn nicht nur blutreich sein oder werden, sondern auch neuerdings ödematös aufquellen könne, wobei dann ein Zwischen- oder gemischter Zustand in Beziehung auf die anatomische Charakteristik entsteht. Behufs der vorliegenden Untersuchungen habe ich jedoch diese gemischten, zweideutigen Formen vermieden und um zu einem reineren Resultate zu gelangen auch möglichst reine Formen gewählt.

Die am Krankenbette zu beobachtenden Hirnerscheinungen gehen nun mit dem Steigen und Fallen des Wassergehaltes parallel. Die namengebenden typhösen, die maniakalischen und tetanischen Symptome gehören in der Regel der ersten Periode des Typhus an, erreichen gewöhnlich ihre Höhe mit Schluss der zweiten Woche oder anfangs der dritten, während das Zurückkehren des Bewusstseins mit dem Normalwerden des Wassergehaltes zusammentrifft[1]).

Ich habe auch die Resultate der vorliegenden Untersuchungen mit jenen verglichen, welche ich früher an Gehirnen von Choleraleichen gewonnen hatte. Im asphyktischen Stadium der Cholera vermindert sich der Wassergehalt der weissen Substanz durchschnittlich um 3,58 %, also um 2,4 % weniger, als er im Typhus zunimmt. Beide Krankheiten stehen sich aber in Bezug auf die Hirnerscheinungen geradezu gegenüber, denn bei asphyktischer Cholera bleibt das Bewusstsein frei, im Typhus dagegen wird es im höchsten Maasse getrübt.

Umgekehrt stellt sich in der Regel das Bewusstsein im Typhus während der dritten oder vierten Woche wieder ein, während es bei der Cholera erst im Typhoide, wo der Wassergehalt wieder (aber nur bis zur Erreichung der Norm) steigt, getrübt wird und selbst tetanische und maniakalische Zufälle sich ereignen können.

---

[1]) Die der zweiten Periode, nämlich einer bedeutenderen Gehirnatrophie, hie und da zugehörigen Erscheinungen kommen hier nicht zur Sprache.

Daraus geht hervor:

1) dass eine rasche Abnahme des normalen Wassergehaltes im Gehirne heftige Erscheinungen nicht hervorruft, dagegen

2) dass eine rasche Zunahme des normalen und ebenso auch eines verminderten Wassergehaltes von mehr oder weniger heftigen Hirnerscheinungen begleitet ist;

3) dass eine rasche Abnahme des übermässigen Wassergehaltes die vorhanden gewesenen pathologischen Erscheinungen wieder löst;

4) dass der normale Wassergehalt nicht absolut normale Hirnthätigkeit involvirt, sondern dass diese in der Abwesenheit oder dem Aufhören der abnormen (zu niedrigen oder zu hohen) Wasserdurchtränkung, in dem regelrechten und ruhigen Vonstattengehen des Stoffwechsels ihre Möglichkeit findet.

Die heftigen Rückenmarkserscheinungen bei Gehirnödem, nämlich die tetanischen Zufälle, dürften in dem Zusammenwirken zweier Momente begründet sein, in der Hemmung der Hirnthätigkeit einerseits und andererseits in dem etwas vermehrten Drucke, welchen das Rückenmark durch die aus der Schädelhöhle in den Rückgratskanal geflüchtete Cerebrospinalflüssigkeit erfährt. Ob die Substanz des Rückenmarkes dabei die Schwankungen des Wassergehaltes selbst mitmache, darüber vermag ich keine Auskunft zu geben.

Meine Annahme, dass das Typhusgift im Blute nicht blos durch Contact, sondern durch Vermittelung des abgeänderten Stoffwechsels auf das Gehirn wirke, scheint mir somit ausser Zweifel gesetzt und es wäre nur die Frage zu erörtern, wie der Process der Wasserzunahme zu deuten sei und welchen pathologischen Ernährungsänderungen überhaupt sich die typhöse Gehirnaffection anreihe.

Es wird zu diesen Ende nöthig sein, die Beschaffenheit der einzelnen Organe und Gewebe des Körpers, wie sie im Typhus beobachtet wird, einer kurzen Durchsicht zu unterwerfen.

Das anatomisch Charakterische und Constante der Typhuserkrankung ist die sogenannte markige Infiltration der mesaraischen und Ileumdrüsen und ist die Vergrösserung der Milz. Wir wissen heutzutage, dass jene Infiltration wesentlich in einer Zellenwucherung besteht und dass an der Vergrösserung

der Milz wohl auch eine Vergrösserung der Malpighi'schen Bläschen und Vermehrung der Pulpe in Folge von Proliferation ihrer Zellen und Kerne theilhabe.

Der Typhus ist aber eine fieberhafte Allgemeinkrankheit und zeigt jedes Gewebe und Organ, die eben berührten Drüsen nicht minder, eine Veränderung, welche auf dem allgemein abgeänderten Stoffwechsel, auf der allgemein mehr oder weniger geschwächten Circulationskraft beruht und nur da oder dort deutlicher hervortritt. In Folge davon turgescirt jedes Organ und Gewebe, ist jedes von einem trägeren Blutstrome durchzogen, ist röther, wärmer, feuchter.

Ein Theil der Schwellung der mesaraischen und Ileumdrüsen, sowie der Schwellung der Milz beruht auf dem ebengenannten Umstande.

Wir sehen die erwähnten Eigenschaften auch in der Haut und kömmt es in derselben sogar zu einem, wenn auch gewöhnlich nur sparsamen papulösen Exantheme.

Wir sehen es ferner in den Schleimhäuten. Die meisten, insbesondere die des Darmkanales und der Luftwege sind geröthet, durch serös-albuminöses Infiltrat geschwellt, gelockert, feuchter und liefern ein dünneres reichlicheres, eiweisshaltiges Secret. Kurz es ist ein weitverbreiteter Catarrh zugegen und ist in demselben die fast constante Erscheinung der Diarrhöe, des Hustens mit oft blutigem Auswurfe etc. begründet.

Aber auch die grösseren drüsigen Organe sind mehr oder weniger in gleicher Weise ergriffen.

Die Nieren zeigen Vergrösserung ihres Volums, sie sind blutreicher, brüchiger, ihre Schnittfläche bedeckt sich mit einer serös-albuminösen Flüssigkeit, die Epithelien ihrer Kanälchen nehmen mehr Flüssigkeit auf, füllen sich mit feinen Körnchen, lösen sich leicht von ihrem Boden ab, gehen sogar einem raschen Zerfall entgegen. Gallartige Gerinnsel finden sich nicht selten in den Lichtungen der Bellini'schen Röhrchen und ist häufig genug während des Lebens Albuminurie zu beobachten. Der Zustand wird als akuter Morbus Brightii, als desquamative oder parenchymatöse Nephritis bezeichnet.

Die ganz analoge Erkrankung findet man in den Lungen: ich nannte sie desquamative Pneumonie [1]), was natürlich nicht ausschliesst, dass croupöse und pyämische Entzündungsformen nebenbei beobachtet werden können. Das Lungengewebe ist

---

[1]) a. a. O. p. 80 und Virchow's Archiv XI. p. 275.

blutreich, mit einem serös-albuminösen Exsudate durchtränkt, die Lungenbläschen enthalten nur wenig oder keine Luft mehr, ihre Epithelien füllen sich mit feinen Körnchen, können vollständig zerfallen.

Auch die Leber gewinnt etwas an Volum, ist blutreicher und succulenter und die Leberzellen füllen sich, wie ich es des Genaueren bereits ausführte [1]), mit feinen Körnchen. Je mehr die Veränderung ausgesprochen ist, um so mehr nähert sich der Zustand dem der gelben Atrophie und nehmen mehrere Autoren (Wedl, Bamberger, Frerichs etc.) wenigstens in diesen höchsten und ich auch in den geringeren Graden keinen Anstand mehr, ihn dem akuten Morbus Brightii als parenchymatöse Entzündung an die Seite zu stellen.

Endlich habe ich nicht minder schon früher erwähnt [2]), und bin ich gegenwärtig im Stande durch eklatante Beispiele es zu bewahrheiten, dass der Herzmuskel in gleicher Weise erkranken, aufquellen, brüchiger und mit feinen Körnchen durchsetzt werden, d. h. wie die Milz, die Nieren, die Leber, die Lungen etc., eine akute parenchymatöse Endzündung erfahren kann.

Wenn wir nun diese Veränderungen in den genannten Organen „entzündliche“ heissen, wenn wir den Catarrh der Schleimhäute und endlich das papulöse Exanthem (wenn nicht die allgemeine Turgescenz der Haut) ebenfalls unter die Rubrik der Entzündung stellen, wenn ferner diese Entzündung als desquamative oder parenchymatöse charakterisirt ist, so wird man zugeben, dass der Typhus oder vielmehr die während desselben im ganzen Körper gesetzte Abänderung des Stoffwechsels es ist, welche sich lokal an fast allen Organen, nur da mehr, dort weniger, in desquamativen und parenchymatösen Entzündungen äussert.

Das Gehirn leidet sicherlich unter denselben allgemeinen Aenderungen und könnte man in Berücksichtigung der fast in allen wichtigeren Organen schon angetroffenen Entzündung und ihrer besonderen Artung zu dem Ausspruche verleitet werden, dass die typhöse Hirnerkrankung eine parenchymatöse Entzündung sei.

Allein eine solche Annahme scheint zur Zeit nicht rathsam und insbesondere deswegen, weil mikroskopisch eine ähnliche Veränderung in den elementaren Bestandtheilen, wie in

---

[1]) a. a. O. p. 44.
[2]) a. a. O. p. 90.

den vorerst aufgezählten Organen nicht aufzufinden ist. Was man angeben könnte, würde sich auf die genetisch schwer zu deutende, früher schon von mir beschriebene Anhäufung von rothen Pigmentkörpern in der Wandung der feineren und feinsten Gefässe des Gehirnes und auf eine unbestimmte, durch reichlichere Körnchen entstandene Trübung der Substanz beschränken. Man musste somit dem Nachweise eines Exsudates, d. i. eines akut vermehrten, mit capillarem Blutreichthume und mit Zerreisslichkeit der Hirnsubstanz einhergehenden, fest an dieselbe gebundenen (parenchymatösen) Wassers den ausreichenden Werth zur Beurtheilung des Zustandes vindiciren [1]).

Selbst in den späteren Stadien, wo wir in den Nieren, der Leber, den Lungen, dem Herzen etc. entweder einfache oder indurirende Atrophie oder häufiger fettige, selten speckige Degeneration wahrnehmen, lässt sich im Gehirne kaum oder doch nur sehr selten die gleichbedeutende Veränderung nachweisen, wenigstens habe ich nur ein paar Beobachtungen von massenhafter Anhäufung geschichteter, glänzender, amyloider Körper in der weissen, etwas in's Gelbliche spielenden Marksubstanz nach längerem Ablaufe des Typhus verzeichnet, wobei aber unentschieden gelassen werden muss, ob dieser Befund wirklich dem vorausgegangenen Typhus seinen Ursprung verdankte oder nicht. Dagegen steht nichts im Wege, die spätere milchige Trübung und Verdickung der Arachnoidea als deutliches Residuum einer vorausgegangenen entzündlichen Affektion anzusehen.

Muss man also trotz der vielen vorgebrachten Anknüpfungspunkte und trotz des wenn auch seltenen Vorkommens von anerkannten Entzündungsformen im Gehirne und seinen Häuten bei Typhus (ich meine die Eingangs aufgeführte frische Osteophytbildung an der Innentafel des Schädeldaches, die faser-

[1]) Man könnte einwerfen, dass die Wasserzunahme doch zu gering sei, um sie mit einem entzündlichen Exsudate zu vergleichen. Ich selbst habe den Wassergehalt in dem gelbröthlichen, salzigen Marke der Umgebung eines apoplektischen Herdes zu 83,33%, also um 14,33% erhöht gefunden; darüber wird man sich einigen können, das ist Infiltrat. Allein wer bestimmt die Grenze, von welcher an die vermehrte Parenchymflüssigkeit Exsudat und Infiltrat zu nennen sei und welche Motive könnte man dafür beibringen, dass 10% Vermehrung noch kein Exsudat, 14% aber eines bedeute? Andererseits ist zu bemerken, dass die typhöse Hirnerkrankung keine lokal beschränkte Hirnparthie betreffe und sich dort abmarke, sondern diffus und deshalb das Exsudat wahrscheinlich von geringerer Quantität sei.

stoffige Meningitis, die zur Eiterung führende Capillarapoplexie der Hirnsubstanz) insbesondere wegen des mangelnden Nachweises einer Ernährungsstörung an den eigentlichen Nervenelementen Anstand nehmen, die typhöse Hirnerkrankung unbedingt für eine parenchymatöse Entzündung zu erklären, so muss man es um so mehr, als die Begriffe über Entzündung überhaupt noch zu weit auseinander gehen und sich daraus leicht Consequenzen zum Schaden der ärztlichen Praxis entwickeln liessen.

Die typhöse Hirnerkrankung bleibt vor der Hand ein akutes Hirnödem.

Berichtigungen

zu dem Aufsatz: „Ueber Modification der Erregbarkeit u. s. w.“ von J. Rosenthal.

S. 119 Z. 19 v. u. lies: q statt: g.

S. 120 Z. 18 v. u. lies: Unterschenkel statt: Oberschenkel.

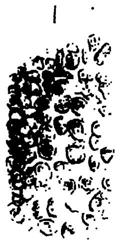
S. 120 Z. 8 v. u. muss der Satz heissen: Der Strom musste also von der Zinkvitriollösung der einen Seite durch den Unterschenkel in den einen Nerven eintreten, diesen aufsteigend und sodann den andern Nerven absteigend durchfliessen, um wiederum durch Unterschenkel und Zinkvitriollösung zur Kette zurückzukehren.

S. 121 Z. 2 v. o. lies: uu statt: nn.

S. 133 Z. 7 v. u. lies: die statt: diese.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

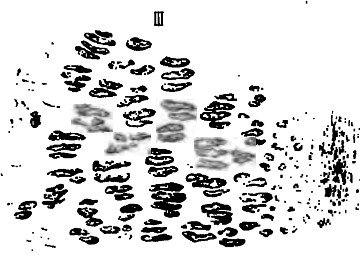
I



II



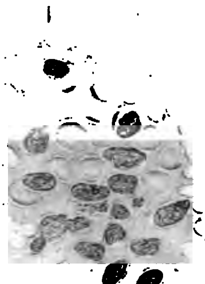
III



IV

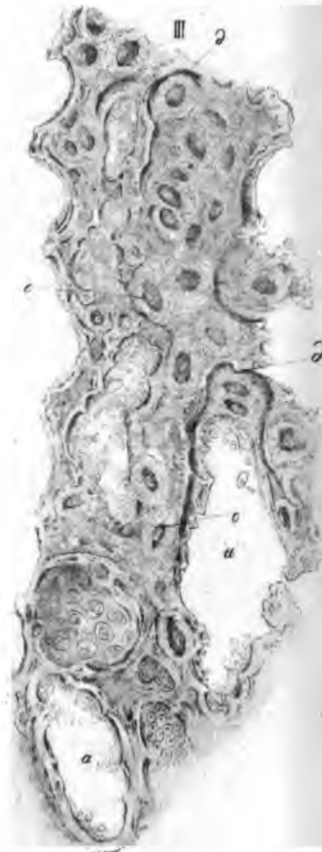


V

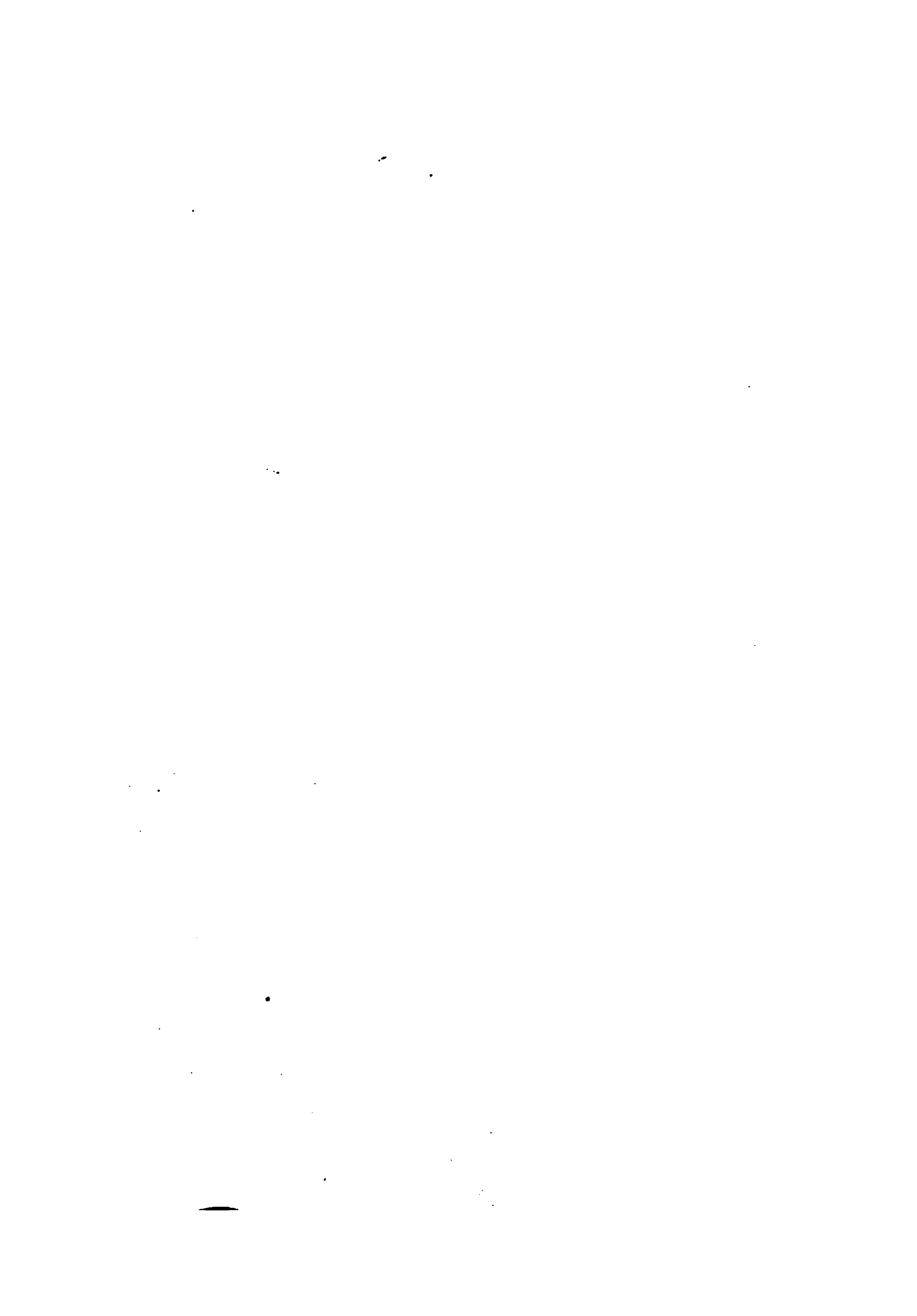


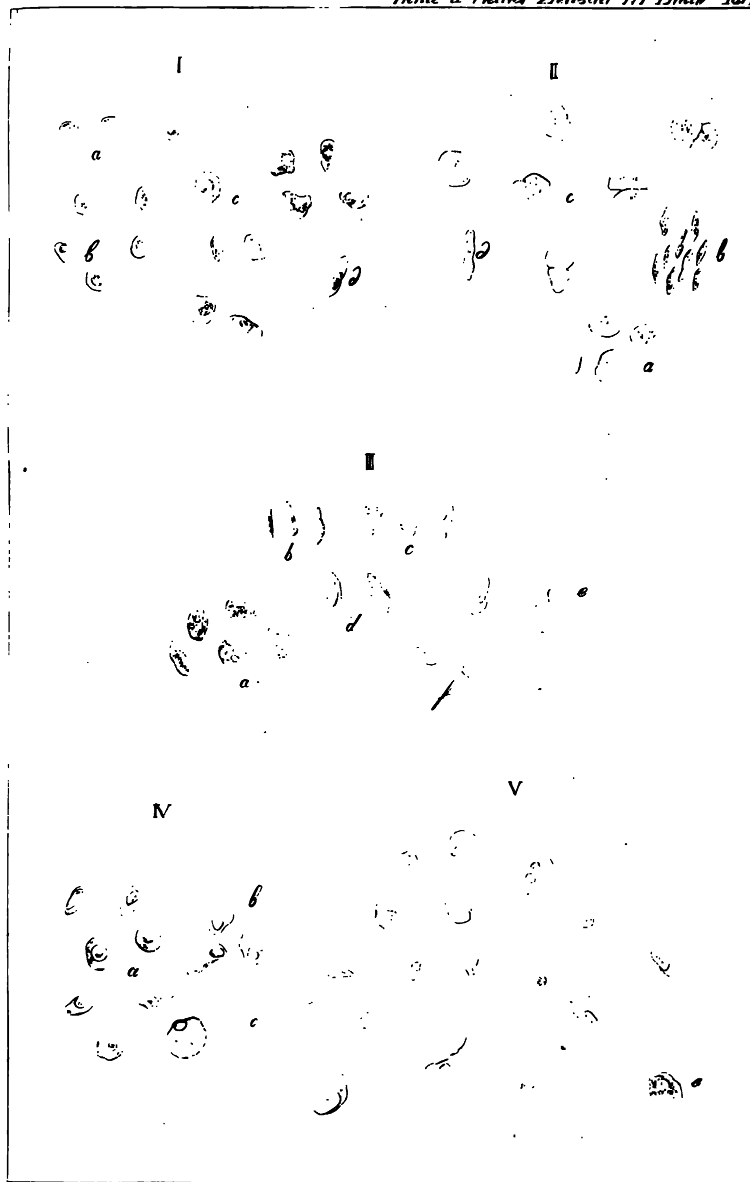

I
c
d
e
b
a

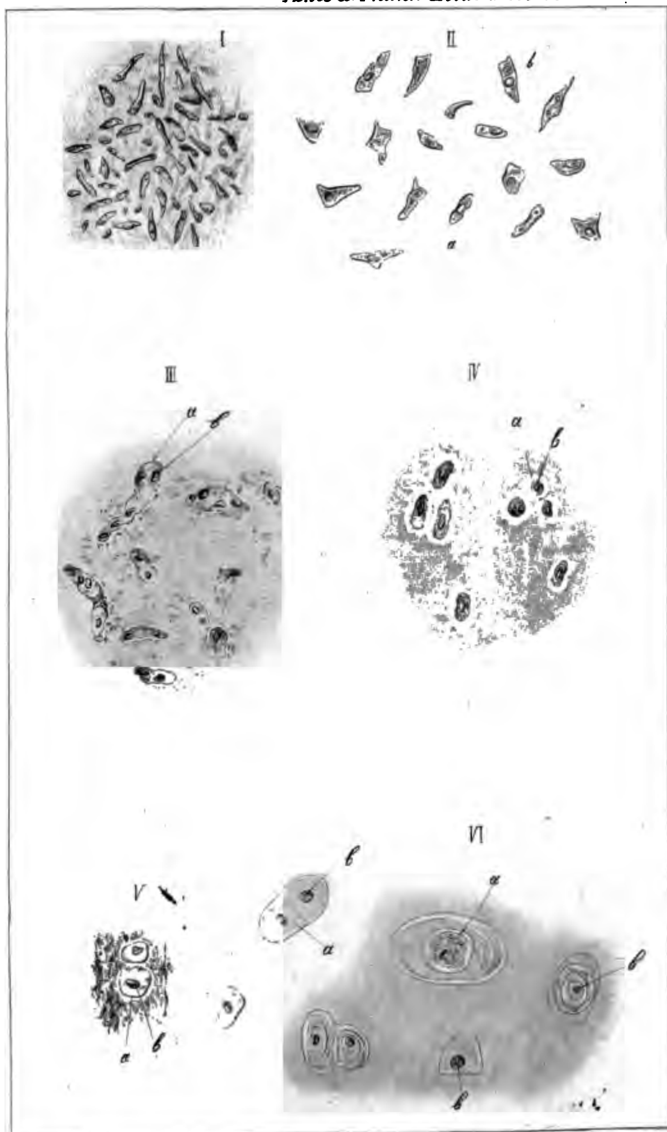

II


III
d
d
c
d
c
a
b
a

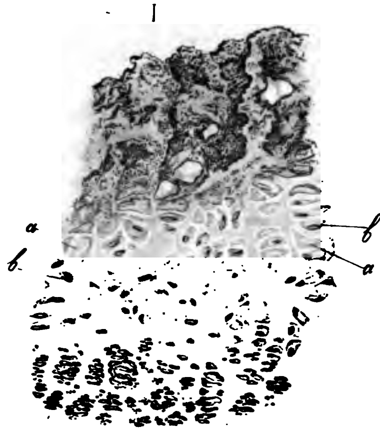

IV
a
a b



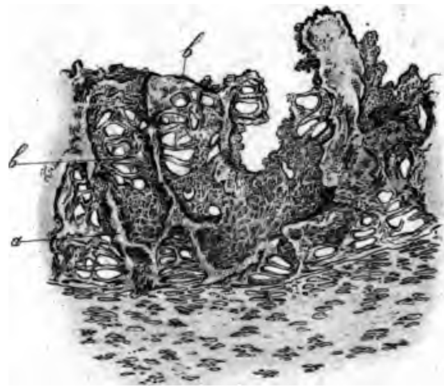

I
a
b
c
d
II
a
b
c
d
III
a
b
c
d
e
f
IV
a
b
c
V
e


I
II
III
IV
V
VI
a
b

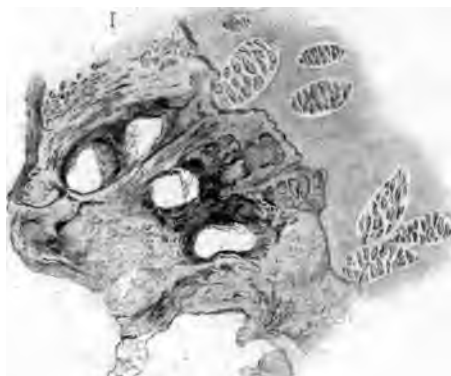
I

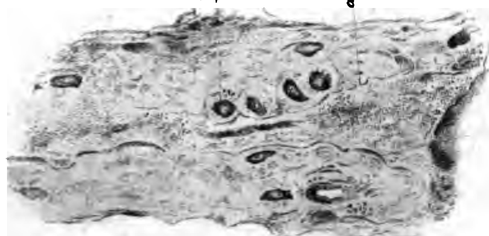


II



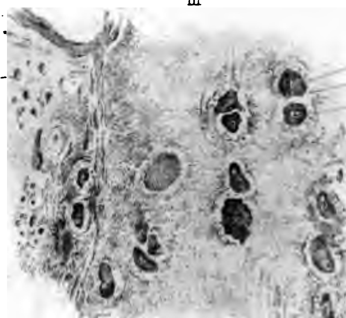
I





II

III





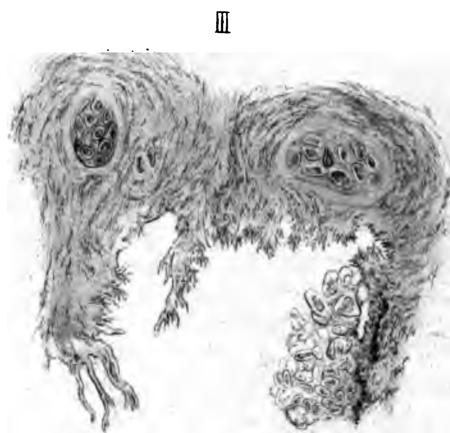
I



II



III



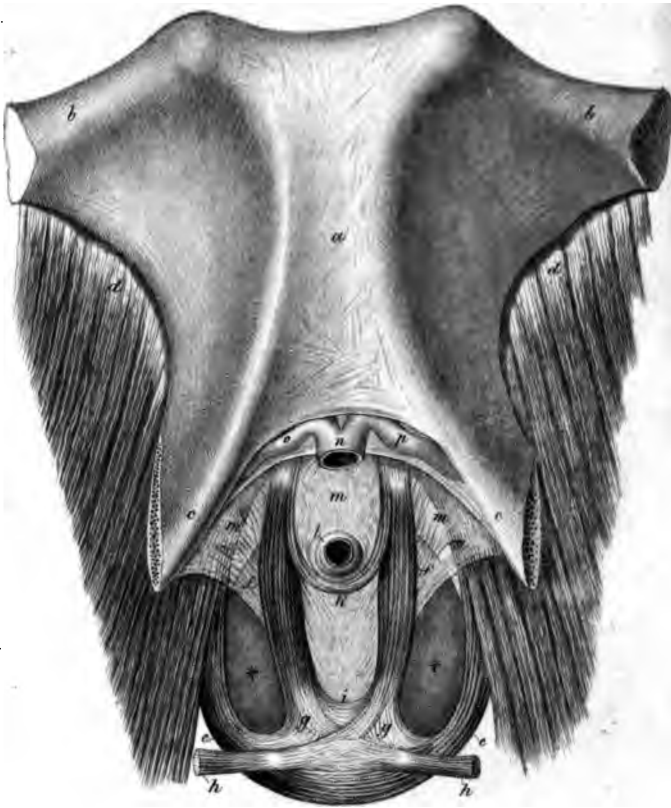
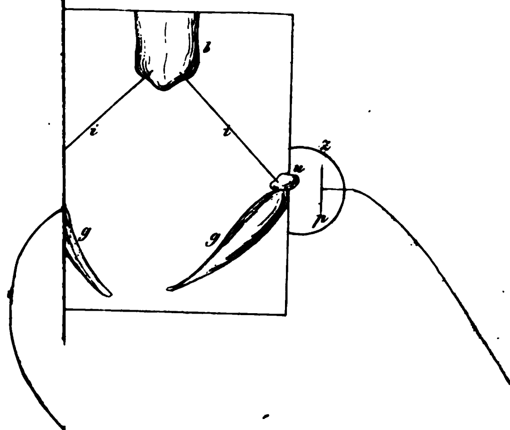

b
b
a
d
d
o
n
p
m
m'
m
c
c
k
*
*
i
g
g
e
e
h
h



Fig. II.



.I. b.

